

Aus dem Institut für Arbeits- und Sozialmedizin
der Friedrich Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

Direktor: Professor Dr. med. H. Valentin

Zur Epidemiologie des chronischen unspezifischen
respiratorischen Syndroms bei 324 Arbeitnehmern
der steatitverarbeitenden keramischen Industrie

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Friedrich Alexander Universität

zu

Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von

Klaus Schieker

aus Bad Cannstatt

Aus dem Institut für Arbeits- und Sozialmedizin
der Friedrich Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

Direktor: Professor Dr. med. H. Valentin

Zur Epidemiologie des chronischen unspezifischen
respiratorischen Syndroms bei 324 Arbeitnehmern
der steatitverarbeitenden keramischen Industrie

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Friedrich Alexander Universität

zu

Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von

Klaus Schieker

aus Bad Cannstatt

Aus dem Institut für Arbeits- und Sozialmedizin
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. H. Valentin

Zur Epidemiologie des chronischen unspezifischen
respiratorischen Syndroms bei 324 Arbeitnehmern
der stadtverarbeitenden keramischen Industrie

INAGURAL-DISSERTATION

zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Alexander-Universität
zu
Erlangen-Nürnberg



vorgelegt von
Klaus Schieker
aus Bad Cannstatt

Gedruckt mit Erlaubnis der
Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan : Professor Dr.med.dent. A. Kröncke
Referent : Professor Dr.med. H. Valentin

Tag der mündlichen Prüfung : 11. Februar 1969

Herrn Professor Dr.med. H. Valentin danke ich
ergebenst für die Überlassung des Themas und
die mir stets zuteil gewordene Förderung.

Herrn Dr.med. H.-J. Weitowitz danke ich für
seine wertvollen Hinweise bei der Ausführung
der Arbeit.

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1.00 Einleitung	1
2.00 Untersuchungsgut	5
3.00 Arbeitsplatzverhältnisse	7
4.00 Methodik	10
4.10 Anamnestiche Erhebungen	10
4.20 Biometrische und physikalische Untersuchung	14
4.30 Röntgenuntersuchung und Elektrokardiogramm	15
4.40 Spirographie	15
4.50 Ganzkörperplethysmographie	15
4.60 Ergometrie	16
4.70 Blutgasanalysen	16
5.00 Statistik	17
5.10 Test- und Prüfverfahren	17
5.20 Signifikanzniveau	18
5.30 Korrelationsberechnungen	18
5.40 Besetzungszahlen der einzelnen Kollektive	18
5.50 Aufbereitung des statistischen Materials	18
6.00 Symbole, Abkürzungen und Dimensionen	20
7.00 - 9.00 Ergebnisse	22-46
7.00 Globale Gegenüberstellung der staubbelasteten und nichtstaubbelasteten Arbeitnehmer	22
7.10 Vergleich der beiden Kollektive hinsichtlich allgemeiner und spezifischer Einflußfaktoren	22
7.20 Verhalten der Zielgrößen in den beiden Gesamtkollektiven	24
8.00 Gegenüberstellung der staubbelasteten und nichtstaubbelasteten Arbeitnehmer unter Berücksichtigung der Altersdekaden	26
8.10 Verhalten allgemeiner und spezifischer Einflußfaktoren nach Aufteilung der beiden Kollektive in Altersdekaden	26
8.20 Verhalten der Zielgrößen nach Aufteilung der Kollektive in einzelne Altersklassen	31

	Seite
9.00 Gegenüberstellung jeweils der jüngeren und älteren nichtstaubbelasteten und staubbelasteten Arbeitnehmer, letztere gegliedert nach der Dauer der Staubbelastung	46
9.10 Verhalten allgemeiner und spezifischer Einflußfaktoren bei Aufteilung der Gesamtkollektive nach der Dauer der Staubbelastung	46
9.20 Gegenüberstellung der Lungenfunktionsparameter und der Blutgaswerte nichtstaubexponierter und staubgefährdeter Männer nach Aufteilung der Gesamtkollektive nach der zeitlichen Dauer der Staubbelastung	47
10.00 Korrelationsberechnungen	51
11.00 Diskussion	53
12.00 Zusammenfassung	63

Anhang

Tabellen 5.1 - 13.0

I - XXXI

Literaturverzeichnis

XXXII -XXXIX

1.00 Einleitung

Die sogenannten unspezifischen Verschleißkrankheiten der Lungen sind in den letzten Jahrzehnten stärker in den Vordergrund medizinisch-wissenschaftlichen Interesses gerückt. Waren es erst die Lungentuberkulose und die Pneumokoniosen und hier besonders die Steinstaublunge, welche Praxis und Klinik gleichermaßen beschäftigten, so steht gegenwärtig das "chronische unspezifische respiratorische Syndrom" (CURS) (52,36,49,53) im Mittelpunkt der Diskussion. Dieser Begriff ist im wesentlichen synonym mit "chronischer Emphysem-Bronchitis", gibt aber für die Klinik das Krankheitsbild allgemeiner und neutraler wieder als die morphologischen Diagnosen "Emphysem" und "Bronchitis".

Die sozialmedizinische Bedeutung dieses Syndroms verdeutlichen Zahlen aus den Globalstatistiken der Bundesrepublik Deutschland. Im Jahre 1965 wurden von der Rentenversicherung der Arbeiter, der Angestellten und der knappschaftlichen Rentenversicherung insgesamt 602 024 stationäre Heilbehandlungen durchgeführt. Davon erfolgten 73 258 wegen nicht-tuberkulöser Erkrankungen der Atmungsorgane.

In der Rentenversicherung der Arbeiter und Angestellten beträgt seit Jahren das Verhältnis der Altersrenten

zu Renten wegen Berufs- bzw. Erwerbsunfähigkeit rund 1:2, d.h. von drei auscheidenden Arbeitnehmern müssen zwei vorzeitig aus ärztlichen Gründen berentet werden. Im Jahre 1966 erfolgte bei Männern eine Rentengewährung wegen Berufs- bzw. Erwerbsunfähigkeit infolge Krankheiten der Atmungsorgane in 14 551 Fällen. Das sind bei 139 000 gewährten Renten mehr als 10%. Die gleichen Hinweise erbringen die Todesursachenstatistiken. Im Jahre 1965 verstarben an Grippe, Pneumonie und Bronchitis 19 122 Personen bei einer Absolutzahl von 677 628 Todesfällen. Das bedeutet genau 50 Tote durch Erkrankungen der Atmungsorgane bei einer Sterbeziffer von 1 055 auf 100 000 Einwohner. (55)

Die Ätiologie und Pathogenese des CURS konnte trotz zahlreicher Bemühungen bislang nicht eindeutig abgeklärt werden. Sein Ursachenspektrum ist offenbar mannigfaltig und vielschichtig; variiert im Einzelfall erheblich.

Valentin und Mitarbeiter (48,49,51,52) haben unter praktisch-klinischen Gesichtspunkten verschiedene ätiologische Faktoren in den Vordergrund gestellt:

1. eine endogen bedingte Minderbelastbarkeit des Respirationstraktes,
 2. virusbedingte und bakterielle Infektionen,
("common cold infections", bland ablaufende Infekte, Grippe u.ä.)
 3. ein über viele Jahre hinweg fortgesetzter, starker Nikotinabusus,
 4. mechanische (physikalische), chemische oder thermische Reize auf den Respirationstrakt, ebenfalls über viele Jahre hinweg.
- Über die Rangfolge dieser Ursachenfaktoren des CURS gehen die Meinungen der verschiedenen Autoren seit rund 10 Jahren auseinander. (13,45,46,49,51,52,54,62,64,66)

Arbeitsmedizinisch relevant ist die Fragestellung, ob eine chronische Staubbelastung am Arbeitsplatz eine wesentliche ursäch-

liche Bedeutung für die Entstehung des CURS hat. Bekanntlich gilt in der deutschen Unfallversicherung die Rechtstheorie der wesentlichen Bedingung.

Die gesamte Problematik läßt sich durch folgende zwei Fragen umreißen:

1. Haben bestimmte staubgefährdete Berufe, wie etwa der des Porzellaners oder des Bergmanns nach vielen Jahren höhere Erkrankungsziffern an chronischer Bronchitis oder Lungenemphysem als andere Berufe?
2. Sind diese Krankheiten nach der Rechtstheorie der wesentlichen Bedingung als Folge einer chronischen Staubbelastung anzusehen und somit unabhängige und selbständige Berufskrankheiten?

Bei der Diskussion über die eventuellen Folgen chronischer Staubbelastungen am Arbeitsplatz haben insbesondere zwei unterschiedliche Hypothesen in den letzten beiden Jahrzehnten eine Rolle gespielt. (Bezüglich näherer Einzelheiten sei auf Valentin und Weitowitz (49) verwiesen). Diese Hypothesen haben zahlreiche Untersuchungen zur Aufklärung der relevanten Fragestellung ausgelöst. Generell lassen sie sich in folgende drei Stadien differenzieren:

1. Zunächst wurden große praktisch-klinische Reihenuntersuchungen durchgeführt und einzelne physikalische Befunde bzw. röntgenologische Kriterien erfasst. Diese Ergebnisse wurden dann statistisch bearbeitet. Die Häufigkeitswerte streuten aber bei den einzelnen Autoren erheblich.
2. Weiterhin wurden von mehreren Arbeitsgruppen Untersuchungen dahingehend angestellt, ob funktionsanalytische Kriterien der Lungenventilation bzw. der Lungenvolumina und Lungenzeitvolumina sowie der Atemgase und Blutgase Hinweise ergaben, um die Folgen der chronischen Staubbelastung sicher zu stellen. Insgesamt ließen auch diese Ergebnisse der verschiedenen Kliniker ein abschließendes Urteil nicht zu.

3. Bei diesen wissenschaftlichen Diskrepanzen wurde im Hinblick auf die große arbeitsmedizinische Bedeutung ein drittes Stadium erstrebt. Man ging dabei von der Erkenntnis aus, daß eine Aufklärung nur durch Epidemiologie, Team-Arbeit und Statistik herbeizuführen war. Es wurden in den letzten Jahren die Voraussetzungen für eine solche epidemiologische Studie über das chronische unspezifische respiratorische Syndrom und die Bedeutung der Staubbelastung am Arbeitsplatz geschaffen. In zwei Richtlinien für solche arbeitsmedizinische Untersuchungen einigte man sich über Diagnostik und Beurteilung von chronischer Bronchitis und chronischem Lungenemphysem. Weiterhin wurde ein 13 Seiten umfassender Fragebogen erstellt. Neben der Krankheits- und Berufsanamnese, sowie dem physikalischen Befund, Elektrokardiogramm und Röntgenbild wurden in diesen Untersuchungsbogen zahlreiche funktionsanalytische Kriterien berücksichtigt. 6 Universitätsinstitute und Kliniken untersuchen jetzt seit rund 2 Jahren ganze Belegschaften, welche teilweise Staubbelastungen am Arbeitsplatz ausgesetzt sind. (55)

In dieser Arbeit wird nun über die anamnestischen, klinischen und funktionsanalytischen Ergebnisse berichtet, welche standardisiert an 324 männlichen Arbeitnehmern eines steatitverarbeitenden Werkes gewonnen wurden. Die Auswertungen dieses Teilkollektives stellen eine "pilot study" im Rahmen des epidemiologischen Gesamtprogrammes⁺ dar.

⁺ Das Gesamtprogramm dieser epidemiologischen Studie wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bad Godesberg, der Hohen Behörde der Montanunion, Luxemburg, und dem Bundesministerium für Arbeits- und Sozialordnung, Bonn, ideell und materiell gefördert.

2.00 Untersuchungsgut

Die Gesamtbelegschaft des steatitverarbeitenden Betriebes der elektrokeramischen Industrie⁺ betrug 725 Personen (Stichtag 30.5.67). Hierbei wurden 303 männliche Arbeitnehmer untersucht.⁺⁺ Zusätzlich wurden 21 Männer erfaßt, welche früher langjährig Betriebsangehörige waren. Die Erfassungsquote bei den männlichen Beschäftigten betrug 88%, bei den Rentnern 84%. Insgesamt umfaßt das in der Folge untersuchte Kollektiv 324 männliche Arbeitnehmer zwischen 15 und 70 Jahren.

Grundsätzlich wurde die Untersuchung auf freiwilliger Basis und als vorbeugende Gesundheitsmaßnahme angeboten. Jedem Probanden wurde eine eingehende Allgemeinuntersuchung zugesagt. Die hohe Erfassungsquote konnte durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

Freie Fahrt mit einem Kleinbus vom Werk
zum Untersuchungsort und zurück,
Zehrgeld und Erstattung des Lohnausfalls
für eine Arbeitsschicht,
Auf Wunsch bzw. bei behandlungsbedürftigen
neuen Befunden Benachrichtigung des Haus-
arztes.

Das Kollektiv der 324 Probanden wurde für die statistische Auswertung wie folgt unterteilt:

1. global in staubbelastete und nichtstaubbelastete Arbeitnehmer

⁺ Fa. Stettner & Co., Lauf, Werk I und II

⁺⁺ Für die freundliche Unterstützung bei der Durchführung dieser Feldstudie bin ich den Herren Libera und Weißmüller von der Betriebsleitung, dem Betriebsrat der Fa. Stettner und Herrn Dipl.Ing. Kaufmann von der BG Keramik, Würzburg, zu besonderem Dank verpflichtet.

2. in Kollektive staubbelasteter und nicht-staubbelasteter Arbeitnehmer unter Berücksichtigung der Altersklassen
3. in Kollektive staubbelasteter und nicht-staubbelasteter Arbeitnehmer unter Berücksichtigung der zeitlichen Dauer der Staubbelastung.

3.00 Arbeitsplatzverhältnisse

Der zu dieser epidemiologischen Studie herangezogene Betrieb stellt hauptsächlich Steatitprodukte her. Als Grundmaterial wird Speckstein verwandt. Dieses sind "dichtere Varietäten" (29) des Talkums - einem Mineral der Glimmergruppe. Die Verwendung des Talkums ist sehr vielseitig. Vermahlen wird es als Füllstoff zu Steinholzfußböden, Zementwaren und Asphalt benützt. Talkum hat wasserabstoßende und isolierende Eigenschaften. Es absorbiert Fette, Öle, Harze und Farbstoffe. Außerordentlich große Verwendung findet Talkum in der keramischen Industrie zur Steatitherstellung. Durch geringe Zugabe von Flußmitteln und plastischen Stoffen zu gemahlenem Speckstein lassen sich Massen herstellen, die gepresst, gezogen, gedreht und gebohrt werden können. Bei 1400°C gebrannt, ergeben sie harte, druck- und zugfeste Körper, die aufgrund ihres hohen Wärme- und Isolationsvermögens vielfältig in der Elektroindustrie verwandt werden (10,29). In der Mineralogie findet man auch synonym für Speckstein den Ausdruck Steatit. Es setzt sich jedoch in der Technik immer mehr durch, lediglich Brennpunkte des Talkums als Steatit zu bezeichnen. (29)

In die Untersuchung einbezogen wurden sämtliche Abteilungen des Betriebes einschließlich der Lehrwerkstatt, der Verwaltung und der Betriebsleitung. Die berufliche Beanspruchung umfaßte vorwiegend körperlich mittelschwere bis leichte Arbeit. Extreme Hitze-, Feuchtigkeits- oder Witterungsbelastungen lagen in keinem Falle vor. Eine ver-

einfachte Übersicht über den Schweregrad der Staubbelastung⁺
in einzelnen Abteilungen des Betriebes gibt Tabelle 1.0.

⁺ Die Beurteilung der Arbeitsplätze und der einzelnen Abteilungen bezüglich ihrer Staubbelastung erfolgte durch den Sicherheitsbeauftragten des Betriebes zusammen mit dem Sicherheitsingenieur der BG Keramik, Würzburg, und den Herren Dr.med. H.-J. Weitowitz und Dr.med. D. Szadkowski vom arbeitsmedizinischen Institut der Universität Erlangen.

Tabelle 1.0

Grobe quantitative Einteilung der Staubbelastung unter Berücksichtigung der Staubqualität in den einzelnen Abteilungen des untersuchten Betriebes.

Betriebsabteilung	Grad der Staubbelastung	Art des Staubes
Massemühle	mittel	Speckstein
Kapselfertigung		
Mischmaschinen	schwer	Cristobalit ⁺
übrige		
Kapselfertigung	gering	Quarz ⁺
Massemischerei	mittel	Speckstein
Masseaufbereitung	mittel	Speckstein
Einfüllerei	gering-mittel	Quarz ⁺
Handpresserei	gering-mittel	Speckstein
Automatenpresserei	gering-mittel	Speckstein
Weichbearbeitung	gering	Speckstein
Brennhaus	gering	Quarz ⁺ Steatit
Naßschleiferei	gering-mittel	Steatit
Verputzerei	gering	Steatit
Glasfasererei	keine	-----
Versilberei	keine	-----
Sortiererei	gering	Steatit
Verwaltung	keine	-----
sonstiges Betriebsge- lände	keine-gering	(evtl. Speckstein)

⁺ Die Exposition gegenüber Quarz und Cristobalit steht in Zusammenhang mit der Herstellung und Verwendung der erforderlichen Brennhilfsmittel.

4.00 Methodik

Zur Dokumentation anamnestischer, klinischer, elektrokardiographischer, röntgenologischer und lungenfunktionsanalytischer Daten diente der "Erhebungsbogen für epidemiologische Untersuchungen der chronischen Bronchitis und des Lungenemphysems". Dieser wurde von einer Sachverständigengruppe des Bundesministeriums für Arbeits- und Sozialordnung in der Zeit zwischen 1964 und 1966 erarbeitet. Die Mitglieder der Hohen Behörde der Montanunion haben sich im wesentlichen dieser Fassung 1966 angeschlossen.

4.10 Anamnestische Erhebungen

4.11 Berufsanamnese (Tabelle 2.0)

Die Tätigkeit der einzelnen Probanden wurde wie folgt klassifiziert:

- a) Ungelernte Arbeitnehmer (Hilfsarbeiter,
Packer, Pförtner u.ä.)
- b) Gelernte Arbeitnehmer (handwerkliche und industrielle Lehrberufe,
Meister)
- c) Angestellte (Büroangestellte, Techniker,
Ingenieure, kaufmännische Berufe)

Tabelle 2.0

Absolute und relative Verteilung der Berufe bei 186 unbelasteten und 138 staubbelasteten Probanden

Berufsgruppe	Unbelastete		Staubbelastete		Total	
	n	%	n	%	n	%
Ungelernte	29	15,5	66	47,9	95	29,3
Gelernte	108	58,1	60	43,4	168	52,9
Angestellte	49	26,4	12	8,7	61	18,8
insgesamt	186	100,0	138	100,0	324	100,0

4.12 Raucheranamnese (Tabelle 3.0) ,

Ausgewertet wurden beim Gesamtkollektiv und in den einzelnen Altersklassen bei unbelasteten und staubbelasteten Männern der Umfang des Tabakkonsums, die Rauchdauer, Rauchfrequenz und Aussagen über Inhaliergewohnheiten und Inhalationsdauer.

Um ein Maß für die Größe des Rauchkonsums zu erhalten, wurden die Rauchwaren (Zigarette, Pfeifentabak, Zigarillo, Zigarre) nach einer Einteilung von Strobel und Gsell (43) in Zigaretteneinheiten umgerechnet. Hierbei entspricht:

1 Zigarette	1 g Tabak
1 Pfeife	2,5 Zigaretten
1 Zigarillo	2 Zigaretten
1 Zigarre	5 Zigaretten

Zur Erfassung der Rauchfrequenz wurden vier Kategorien gebildet:

Kategorie 0	: Nichtraucher, d.h. weniger als 365 Zigaretten pro Jahr
Kategorie I	: 1- 9 Zigaretten pro Tag
Kategorie II	: 10-19 Zigaretten pro Tag
Kategorie III	: über 20 Zigaretten pro Tag

Die Rauchgewohnheiten der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 3.0 dargestellt.

Tabelle 3.0 Anzahl der Raucher, ferner Rauchfrequenz und Rauchdauer, sowie die absolute und relative Häufigkeit des Inhalierens und der Inhalationsdauer von 186 unbelasteten und 138 staubbelasteten Probanden vor und nach Aufteilung in einzelne Altersklassen. (Zeichenerklärung siehe Kap. 6.0)

		Gesamtkollektive			20 Jahre			20 - 39 Jahre			40 - 49 Jahre			50 - 59 Jahre			über 60 Jahre		
		Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub 0	Staub I	Staub 0
Raucher	n	112	101		13		43	38		23	25		16	16		17	22		
Nichtraucher	n	74	37		26		44	23		2	6		2	4		0	4		
	χ^2	5,7029 ⁺			2,3973			1,2571			0,5628			2,8837					
Inhalierer	n	101	85		13		42	35		22	19		10	14		15	17		
Raucher i. % gesamt	n _%	59,9	72,5		33,3		49,4	62,3		92,0	80,6		88,9	80,0		100,0	84,6		
Inhalierer in % der Raucher	n _%	90,2	82,0		100,0		97,7	92,1		95,7	76,0		68,8	87,5		88,2	77,3		
Rauchdauer (Jahre)	$\bar{x}$	18,1	23,8		1,9		10,1	12,3		20,7	22,7		28,4	32,4		37,5	39,4		
	s	13,7	13,1		1,1		5,3	5,7		4,6	5,9		10,0	7,1		12,3	12,0		
	t	3,1323 ⁺⁺			1,8105			1,2544			1,3065			0,4821					
Inhalierdauer (Jahre)	$\bar{x}$	17,1	23,7		1,9		9,8	11,7		20,7	24,2		33,1	31,9		35,3	39,7		
	s	12,9	13,1		1,1		5,4	5,7		4,8	4,1		5,3	8,7		12,8	11,7		
	t	3,4511 ⁺⁺			1,5321			2,4679 ⁺			0,4123			0,9845					

Tabelle 3.0 Fortsetzung

Gesamtkollektive		20 Jahre		20 - 39 Jahre		40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		über 60 Jahre	
		Staub 0		Staub I		Staub 0		Staub I		Staub 0	
Anzahl Raucher in:		Staub 0		Staub I		Staub 0		Staub I		Staub 0	
Kategorie I	n 59	37	11	22	16	19	7	10	6	7	9
Kategorie II	n 63	69	2	24	24	18	20	10	11	11	14
Kategorie III	n 22	28	1	8	8	5	8	3	6	5	1
Kategorie I+II	n 11	12	1	6	5	5	4	3	3	1	2
Kategorie II+III	n 7	8	0	5	4	3	2	3	2	1	0
Kategorie I-III	n 2	4	0	0	0	1	0	1	1	2	0

4.13 Anamnestisch faßbare Bronchitis- und Emphysemsymptomatik

Es wurden die Aussagen der Probanden über Beschwerden wie Husten, Auswurf, Dyspnoe, Pfeifgeräusche auf der Lunge, Asthmaanfälle und Katarrh, sowie die Häufigkeit der bronchopulmonalen Schübe ausgewertet.

Angaben über Husten und Auswurf sah man nur dann als positiv an, wenn sie während eines Jahres mindestens drei Monate lang täglich bestanden. Pfeifgeräusche auf der Lunge wurden gewertet, wenn der Proband diese früher einmal bemerkt hatte. Asthmaanfälle registrierte man der Anzahl nach und mit dem Alter beim ersten und letzten Anfall. Für den Nasen-Rachenkatarrh galt dasselbe wie für Husten und Auswurf. Unter "bronchopulmonalen Schüben" wurden zurückliegende Erkrankungen der Lungen und Bronchien berücksichtigt, die mindestens zu einwöchiger Arbeitsunfähigkeit geführt hatten. Erfasst wurden weiterhin im Einzelfall die Anzahl solcher Erkrankungen während der letzten drei Jahre.

4.14 Anamnese der Krankheiten des Thorax, der Lunge und des Herzens

Registriert wurden die durchgemachten Verletzungen des Brustkorbes, sowie Bronchitiden, Pneumonien, Pleuritiden und Erkrankungen an Lungentuberkulose. Jeder Proband mußte Fragen über eventuell bestehende Herzkrankheiten und erhöhten Blutdruck beantworten.

4.20 Biometrische und physikalische Untersuchung

Die biometrische und physikalische Untersuchung erfolgte in der Regel durch den gleichen Arzt. Hierbei wurden die Richtlinien zum ärztlichen Untersuchungsbogen berücksichtigt.

4.30 Röntgenuntersuchung und Elektrokardiogramm

Von jedem Probanden wurde in der Medizinischen Universitätsklinik, Erlangen, eine Thoraxübersichtsaufnahme 35 x 35 cm angefertigt.⁺ Außerdem wurde jeweils ein Elektrokardiogramm registriert. Die Auswertungen erfolgten durch Fachinternisten des arbeitsmedizinischen Instituts.

Für die vorliegende Fragestellung wurden dem Elektrokardiogramm etwa bestehende Hinweise auf vermehrte Rechterherzbelastung und Störungen der Erregungsrückbildung entnommen.

Bei der Beurteilung der Röntgenbilder achtete man besonders auf Deformierungen der Wirbelsäule, verbreiterte Intercostalräume, vermehrte Lungenzeichnung, Pleuritisresiduen, Schatten- und Herdbildungen, vermehrt diffuse Strahlentransparenz, Zwerchfellhoch- und Tiefstand und Pneumokoniosezeichen.

4.40 Spirographie

Die spiographische Untersuchung der Probanden erfolgte mit dem Spirographen Magna Test Typ 510 der Fa. A. Dargatz, Hamburg. Das Residualvolumen wurde nach der Helium-Mischmethode mit dem Re-Vo-Meter der Fa. A. Dargatz, Hamburg, bestimmt.

4.50 Ganzkörperplethysmographie

Das endexpiratorische thorakale Gasvolumen (TGV) und der

⁺ Dem Leiter der Röntgenabteilung der Medizinischen Universitätsklinik, Erlangen, Herrn Dr.med. Fuchs, sei an dieser Stelle für die gewährte Unterstützung gedankt.

bronchiale Strömungswiderstand als Resistance wurden mit dem Ganzkörperplethysmographen Siregnost FD 90 der Fa. Siemens AG, Erlangen, bestimmt. Zu den Einzelheiten der Methodik wird auf die Publikationen von H.-J. Weitowitz und Mitarbeiter (57,58,59) verwiesen.

4.60 Ergometrie

Für die Tretkurbelarbeit im Sitzen wurde der Universalergometer Typ 499 der Fa. A. Dargatz, Hamburg, mit großer Schwungmasse und Anlaufmotor verwandt. Die Fahrradergometerbelastung erfolgte unter weitgehender Beachtung der Standardisierungsvorschläge von Mellerowicz und Mitautoren (31).

4.61 Belastungsschema am Fahrradergometer

Männer unter 50 Jahren	:	150 Watt Belastung über 5-6 Min.
Männer über 50 Jahre	:	120 Watt Belastung über 5-6 Min.

4.70 Blutgasanalysen

Das Blut für die Gasanalysen wurde mittels heparinisierter Kapillarröhrchen aus dem mit Finalgon^R hyperämisierten Ohr-läppchen entnommen.

Die Doppelbestimmung des Sauerstoff- und Kohlensäurepartialdrucks wurde mit dem Combi-Analysator der Fa. Eschweiler, Kiel, durchgeführt. Die P_{aO_2} -Messung erfolgte mit der kunststoffüberzogenen Ganzglaselektrode nach dem Prinzip von Clark und Mitarbeiter in der Modifikation von Gleichmann und Lübbers, sowie Thews (44). Der P_{aCO_2} wurde nach dem Prinzip von Stow und Randall mit der membranüberzogenen Glaselektrode gemessen.

Die zu Eichzwecken verwandten Prüfgasgemische wurden hinsichtlich ihres Gehaltes an O_2 und CO_2 jeweils mehrere

Male mit dem Mikroanalysator nach Scholander bestimmt, das Ergebnis arithmetisch gemittelt.

Der mittlere Barometerdruck bezogen auf Institutshöhe betrug im Untersuchungszeitraum $737,3 \pm 6,5$ torr. Zur Umrechnung der für die jeweils aktuellen Luftdrucke angegebenen P_{aO_2} -Werte auf 760 torr ergibt sich unter der Annahme eines mittleren P_{aCO_2} von ca. 40 torr (60) ein Korrekturfaktor $k = 1,0458$.

5.00 Statistik⁺

Die statistischen Berechnungen erfolgten mit Methoden und nach Formeln, wie sie in der einschlägigen Literatur angegeben sind (5,6,8,16,35,39,67). Auf Einzelheiten der deskriptiven Statistik kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

5.10 Test- und Prüfverfahren

Die Testung qualitativ zu vergleichender Werte wurde mit dem $m \times n$ Feldertest (Chi-Quadratstest) vorgenommen. Mittelwerte von quantitativen Meßgrößen wurden über den zweiseitigen Student-t-Test miteinander verglichen. Zur gleichzeitigen Testung mehrerer Mittelwerte quantitativer Größen wurde die Varianzanalyse mit anschließendem F- und Dunnett-Test (35) herangezogen. Aus Gründen der Arbeitserleichterung sah man von diesem Verfahren ab, wenn bereits der weniger mächtige Student-t-Test die Überschreitung einer 5%-igen Irrtumswahrscheinlichkeit ergab.

⁺ Für die Beratung in statistischen Fragen bin ich Herrn Dr.med. D. Szadkowski vom Institut für Arbeits- und Sozialmedizin, Erlangen zu besonderem Dank verpflichtet.

5.20 Signifikanzniveau

Das Signifikanzniveau für sämtliche Testverfahren wurde bei $2p = 0,05$ angenommen.

5.30 Korrelationsberechnungen

Zur Untersuchung der Korrelationen bestimmter Einflußfaktoren und Zielgrößen berechnete man zuerst den Pearson-Bravais'schen Korrelationskoeffizienten. Anschließend wurden die partiellen Korrelationskoeffizienten zwischen variablen Einflußfaktoren und den wichtigsten Zielgrößen bestimmt. Hierbei blieb stets eine Variable konstant und die Korrelation der restlichen wurde ermittelt. Die Nullhypothese wurde dann verworfen, wenn der Wert des Korrelationskoeffizienten unter dem Zufallhöchstwert bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von $p = 0,05$ lag.

5.40 Besetzungszahlen der einzelnen Kollektive

In den Tabellen finden sich unter der Besetzungszahl "n" z.T. unterschiedliche Probandzahlen. Hierfür lagen verschiedene Gründe vor. Zu nennen sind hier zunächst Herzfehler, Bluthochdruck, Beinamputation, "Ischias"-Beschwerden im Hinblick auf die dosierte Arbeitsbelastung, mangelnde persönliche Mitarbeit bei der Lungenfunktionsanalyse, sowie gelegentlich technisches Versagen der Meßgeräte.

5.50 Aufbereitung des statistischen Materials

Um zu der hier anstehenden Fragestellung eine statistisch gesicherte Aussage machen zu können, ist es notwendig, die Kollektive bezüglich der allgemeinen Einflußfaktoren zu vergleichen. Dies sind biometrische Daten, soziologische Faktoren, wie die Arbeitsbedingungen und die Arbeitsdauer, sowie bestimmte anamnestische Fakten, wie Brustkorbtraumen, Herzkrankheiten, erhöhter Blutdruck, häufiger rezidivieren-

de Bronchitiden, Pneumonien, Pleuritiden und Lungentuberkulose. Schließlich spielen die klimatischen Verhältnisse der Wohngegend des Probanden eine gewisse Rolle.

Auch spezifische Einflußfaktoren müssen in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden. Hier sind besonders das Alter, die Staubbelastung und das Rauchen zu nennen. Diese drei Faktoren werden als spezifisch zusammengefaßt, weil aufgrund der Erkenntnisse aus bisher vorliegenden funktionsanalytischen Studien ihnen ein besonderes Gewicht zukommt. Sämtliche allgemeine und spezifische Einflußfaktoren können in mehr oder minder großem Umfang die einzelnen Facetten der Lungenfunktion beeinflussen.

Es ist zweckmäßig, zunächst zu prüfen, ob die zu vergleichenden Kollektive im Hinblick auf diese Einflußfaktoren komparabel sind. Sie können dann für die weiteren Untersuchungen wie Konstante behandelt werden.

Außerdem müssen die Kollektive so ausgelegt sein, daß Faktoren, die analog der Staubbelastung für eine Beeinflussung der Lungenfunktion von Bedeutung sein können, jedoch für unsere Problemstellung nicht eigens untersucht werden, wie z.B. die Rauchgewohnheiten, ebenfalls konstant gehalten werden.

Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse hat also in zwei Schritten zu erfolgen. Einmal muß geprüft werden, ob die "allgemeinen Einflußfaktoren" in den entsprechenden Kollektiven vergleichbar sind und ob die jeweiligen Kollektive in den "spezifischen Einflußfaktoren" mit Ausnahme der Staubbelastung übereinstimmen. Zum andern muß das Verhalten meßbarer "Zielgrößen" gegenüber dem spezifischen Einflußfaktor "Staub" untersucht werden. Nur dadurch erscheint eine Aussage über die Bedeutung der beruflichen Staubexposition möglich.

Zielgrößen sind die anamnestischen Hinweise auf ein chronisches unspezifisches respiratorisches Syndrom, sowie bestimmte Röntgen- und EKG-Befunde einschließlich der verschiedenen Lungenfunktionsparameter.

6.00 Symbole, Abkürzungen und Dimensionen

Staub 0	Bezeichnung für Kollektive ohne Staubbelastung
Staub I	Bezeichnung für Kollektive mit Staubbelastung
n	Anzahl der betrachteten Fälle
n_t	Gesamtbesetzungszahl eines Kollektives
$n_{\%}$	relativer Anteil in % an der Gesamtbesetzungszahl eines Kollektives
$\bar{x}$	arithmetisches Mittel
s	Standardabweichung der empirischen Stichprobe
r	Pearson-Bravais'scher Korrelationskoeffizient
$r_{xy.z}$	Partieller Korrelationskoeffizient mit der Variablenkorrelation x-y und der konstanten Größe z.
t	Testgröße für die Differenz zweier Stichprobenmittelwerte (Student-t-Test)
F	Testgröße beim varianzanalytischen Vergleich mehrerer Mittelwerte
χ^2	Testgröße des m x n Felder-Unabhängigkeitstestes (Chi-Quadrattest)
2p	Irrtumswahrscheinlichkeit für den zweiseitigen Student-t-Test : $2p = 0,05 = ^+$; $2p = 0,01 = ^{++}$.
TK	Totalkapazität (l), BTPS
VK	Vitalkapazität (l), BTPS
FRK	funktionelle Residualkapazität (l), BTPS
ERV	expiratorisches Reservevolumen (l), BTPS
RV	Residualvolumen (l), BTPS
R_t	totale Resistance über den gesamten Druckbereich eines Atemzuges (cm H ₂ O/l/sec)
R_{te}	Resistance über den Druckbereich des Expiriums (cm H ₂ O/l/sec)
R_{ti}	Resistance über den Druckbereich des Inspiriums (cm H ₂ O/l/sec)

$\Delta - P_{aO}$	in-exspiratorische alveoläre Druckdifferenz bei Strömungsnull (cm H ₂ O)
TGV _e	endexpiratorisches thorakales Gasvolumen (l), BTPS.
P _{aO₂}	Sauerstoffpartialdruck im arterialisierten Kapil- larblut (torr)
P _{aCO₂}	Kohlensäurepartialdruck im arterialisierten Kapil- larblut (torr)

7.00 - 9.00 Ergebnisse

7.00 Globale Gegenüberstellung der staubbelasteten und nicht-staubbelasteten Arbeitnehmer

Die untersuchte männliche Gesamtbelegschaft wurde in eine Gruppe "nichtstaubbelastete Arbeitnehmer" ("Staub 0"; n=186) und "staubbelastete Arbeitnehmer" ("Staub I"; n=138) aufgeteilt. Zur Beurteilung der Staubbelastung wurde im Einzelfall sowohl die gesamte Berufsanamnese als auch die zuletzt ausgeübte Tätigkeit herangezogen. Keine Staubbelastung bestand nur dann, wenn sowohl der aktuelle Arbeitsplatz als auch die in der Anamnese angegebenen früheren Arbeitsstellen als nicht staubexponiert bezeichnet werden konnten.

7.10 Vergleich der beiden Kollektive hinsichtlich allgemeiner und spezifischer Einflußfaktoren

7.11 Alter (Tab. 8.1 Anhang S. X)

Die Altersstruktur bei den 186 unbelasteten und 138 staubbelasteten Probanden differiert signifikant. Mit einem Durchschnittsalter von 44,2 Jahren sind die staubbelasteten Männer 10,1 Jahre älter als die unbelasteten ($2p = 0,01$).

7.12 Rauchgewohnheiten (Tab. 3.0 S. 12-13)

Die Rauchgewohnheiten verhalten sich ebenfalls in der Unbelasteten-Gruppe und im Belastetenkollektiv unterschiedlich. Mit dem Chi-Quadrat-Test ergibt sich eine auf dem 1% Niveau signifikant längere Rauch- und Inhalierdauer bei den Staubbelasteten. Zwar liegen die Absolutzahlen der Raucher im Unbelastetenkollektiv höher; der prozentuale Anteil der Raucher übersteigt aber im Kollektiv "Staub I" mit 72,5% den des Kollektivs "Staub 0" um 12,6%. Die Besetzungszahlen der Rauchfrequenzkategorien sind zwar nicht statistisch verglichen, zeigen jedoch, daß der Zigarettenkonsum pro Tag im Belastetenkollektiv relativ höher liegt.

7.13 Biometrische Größen (Tab. 8.1-2 Anhang S. X-XI)

Die beiden Kollektive sind hinsichtlich der Körpergröße und des Gewichtes statistisch vergleichbar, wobei das Gewicht sowohl bei den nichtstaubbelasteten als auch bei den staubbelasteten Männern etwas über der Norm (8) liegt. Die Differenz des Thoraxumfangs zwischen maximaler In- und Expiration ist bei den staubbelasteten Probanden statistisch signifikant niedriger. Die systolischen und diastolischen Blutdruckwerte liegen bei den staubbelasteten Männern statistisch höher als beim Unbelastetenkollektiv.

7.14 Anamnestiche Einflußfaktoren (Tab. 5.2-3 Anhang S. II-III)

Die Angaben der beiden Probandengruppen über bronchopulmonale Schübe, Traumen des Brustkorbes, Herzkrankheiten, erhöhten Blutdruck, Bronchitiden, Pneumonien, Pleuritiden und Lungentuberkulose differieren nicht signifikant.

7.15 Arbeitsbedingungen und Arbeitsdauer (Tab. 6.0 Anhang S. VI)

Bei der beruflichen Beanspruchung handelt es sich um leichte bis mittelschwere Arbeit. Extreme Hitze-, Feuchtigkeits- und Witterungseinflüsse bestehen bei beiden Kollektiven nicht, weil der gesamte Betrieb seit Jahren arbeitshygienisch saniert ist. Da die Dauer der Tätigkeit zwangsläufig proportional mit dem Alter zunimmt, besteht auf Grund der erheblichen Altersdifferenz auch hier ein statistisch unterschiedliches Verhalten.

7.16 Berufsstrukturierung (Tab. 2.0 S. 10)

Während sich im Unbelastetenkollektiv mehr Angestellte und Probanden mit Lernberufen befinden, enthält das Belastetenkollektiv mehr ungelernte Arbeitskräfte.

7.17 Klimatische Verhältnisse

Keiner der Probanden wohnt mehr als 15 km von seiner Arbeitsstätte entfernt. Nach Wittgens (56) wird aufgrund eines

Fachgutachtens des "Deutschen Wetterdienstes, Außenstelle Königstein des medizinisch-metereologischen Dienstes" der Raum um Nürnberg für "Bronchitiden mit asthmoider Komponente" als bioklimatisch relativ günstig beurteilt.

- 7.20 Verhalten der Zielgrößen in den beiden Gesamtkollektiven
Aufgrund der beschriebenen Inhomogenität der Gesamtkollektive bezüglich des Alters und der Rauchgewohnheiten besitzen die in Tab. 5.1 dargestellten Häufigkeiten der anamnestischen Angaben und die in Tab. 8.2-5 aufgeführten Mittelwerte der Zielgrößen allenfalls deskriptive Bedeutung. Sie erlauben für die Fragestellung keine abschließende Beurteilung.

- 7.21 Anamnestische Zielgrößen der beiden Gesamtkollektive
Tab. 5.1 Anhang S. I)
Als anamnestische Zielgrößen wurden Aussagen der Probanden über Husten, Auswurf, Dyspnoe, Pfeifgeräusche auf der Lunge, Atemnot (Asthmaanfälle) und Katarrh gewertet. Angaben zur Hustenanamnese liegen bei den staubbelasteten um nahezu 10% höher als bei den nichtbelasteten Männern. Noch stärker differieren die Zahlen über dyspnoische Beschwerden. Mehr als ein Viertel aller Probanden mit Staubb Belastung klagt über Kurzatmigkeit verschiedener Schweregrade, während im Unbelastetenkollektiv nur ca. 10% hierzu Angaben machen. Bei den restlichen Zielgrößen finden sich statistisch keine Unterschiede.

- 7.22 Röntgenologische und elektrokardiographische Befunde
(Tab. 7.1-2 Anhang S. VII-VIII)
Röntgenologische Bronchitis- und Emphysemzeichen weichen in beiden Kollektiven mit Ausnahme der "diffus vermehrten Lungenzeichnung" nicht signifikant voneinander ab. Bei den staubbelasteten Männern findet sich prozentual fast doppelt so häufig eine vermehrte Lungenzeichnung. Röntgenologische Zeichen einer Pneumokoniose wurden bei drei Probanden mit Staubb Belastung festgestellt. Das entspricht ca. 2% der Gesamtbesetzungszahl. Der prozentuale Anteil der positiven Röntgenbefunde (s.Tab. 6.1-2) beträgt mit Ausnahme der vermehrten Lungenzeichnung im Belastetenkollektiv stets weniger als 10%. Der elektrokardiographische Befund weist bei jeweils 13% aller Probanden mit und ohne Staubb Belastung Störungen der Erregungsrückbildung auf (s.Tab. 6.1). Eine vermehrte Rechtsherzbelastung besteht lediglich bei einem 56 Jahre alten Mann ohne Staubb Belastung.

7.23 Lungenfunktionsparameter und Blutgaswerte

(Tab. 8.2-5 Anhang S. XI-XIV)

Die Vitalkapazität, der Atemstoß, das expiratorische Reservevolumen und die Totalkapazität, sowie der prozentuale Anteil des Residualvolumens an der Totalkapazität sind in beiden Kollektiven statistisch unterschiedlich. Dies trifft jedoch u.a. wegen der bestehenden Altersdifferenz auch für die Mindestsollwerte der Vitalkapazität und des Residualvolumens zu. Die Mittelwerte der Funktionsgrößen bei den staubbelasteten Männern sind insgesamt gegenüber der Unbelastetengruppe allgemein eingeschränkt. Trotzdem liegen die Ergebnisse - mit Ausnahme des Residualvolumens - noch innerhalb der physiologischen Norm. Meßwerte, zu denen die Mindestsollwerte nach Knipping angegeben werden konnten, zeigen dieses Verhalten deutlich. Die statistischen Sollwertdifferenzen bei der Vitalkapazität und dem Residualvolumen lassen sich aus der Inhomogenität der Gesamtkollektive u.a. infolge unterschiedlicher Altersstruktur erklären. Der bronchiale Strömungswiderstand (Resistance) verhält sich mit seinen Mittelwerten in den beiden Kollektiven nicht unterschiedlich (Tab. 8.4).

Der Sauerstoffpartialdruck in Ruhe liegt bei den unbelasteten Männern mit 87,9 torr gegenüber den staubbelasteten um 4,1 torr höher. Während Tretkurbelarbeit sinkt der P_{aO_2} bei den Probanden ohne Staubbelastung um 4,9 torr auf 83,0 torr. Beim Staubbelastetenkollektiv beträgt der Druckabfall 2,5 torr und zwar von 83,8 auf 81,3 torr. Der Abfall der Sauerstoffspannung ist damit nur halb so hoch wie beim Unbelastetenkollektiv. Die Mittelwerte des arteriellen Kohlendisäurepartialdrucks in Ruhe und unter Belastung sind in beiden Kollektiven statistisch nicht different (Tab. 8.5).

8.00 Gegenüberstellung der staubbelasteten und nichtstaubbelasteten Arbeitnehmer unter Berücksichtigung der Altersdekaden

Aufgrund zahlreicher funktionsanalytischer Untersuchungen hat sich in den letzten drei Jahrzehnten herausgestellt, daß zahlreiche Parameter der Lungenfunktion einen erheblichen Alterseinfluß aufweisen. Aus diesem Grunde ist es notwendig, die beiden in 7.0 erstellten Kollektive nach Altersdekaden aufzuteilen.

Folgende Klassen wurden gebildet:

Klasse I	:	unter 20 jährige Männer (15-19 Jahre)
Klasse II	:	20 - 39 jährige Männer
Klasse III	:	40 - 49 jährige Männer
Klasse IV	:	50 - 59 jährige Männer
Klasse V	:	über 60 jährige Männer (60-70 Jahre)

Die Klasse I mußte bei allen statistischen Auswertungen gesondert behandelt werden, da dem Unbelastetenkollektiv keine vergleichbare Belastetengruppe gegenüberstand. Von der geltenden Staubschutzverordnung her ist es in der Regel nicht zulässig, daß Beschäftigte im Alter unter 18 Jahren längere Zeit an staubgefährdeten Arbeitsplätzen eingesetzt werden. Die Besetzungszahlen sind in Tab. 8.1 Anhang S. X wiedergegeben.

8.10 Verhalten allgemeiner und spezifischer Einflußfaktoren nach Aufteilung der beiden Kollektive in Altersdekaden

8.11 Alter (Tab. 6.0 Anhang S. VI)

Nach Aufteilung der beiden Kollektive in Altersdekaden wird die Ursache ihrer differenten Altersstruktur deutlich. Den 39 noch nicht 20 jährigen nichtstaubbelasteten Probanden steht keine Gruppe entsprechenden Alters mit Staubbelastung gegenüber. Da der Anteil dieser jungen Männer an der Gesamtbesetzungszahl ($n=186$) 20,9% ausmacht, wird das durchschnittliche Alter des Unbelasteten-

kollektivs erheblich beeinflußt. Nach Aufteilung in einzelne Altersklassen entfallen diese Probanden für die vergleichende Analyse der Einflußfaktoren in den jeweiligen Kollektiven "Staub 0" und "Staub I".

In der Altersgruppe "20 - 39 Jahre" beträgt das Durchschnittsalter der staubbelasteten Männer 31,9 Jahre und liegt damit um 2,9 Jahre höher als bei den unbelasteten Probanden ($p = 0,01$). Innerhalb der übrigen Altersdekaden bestehen bezüglich des Lebensalters keine signifikanten Unterschiede. Ein Vergleich, besonders in den höheren Altersdekaden, erscheint daher gerechtfertigt.

8.12 Rauchgewohnheiten (Tab. 3.0 S. 12-13)

Die Darstellung der Rauchgewohnheiten innerhalb der einzelnen Altersklassen zeigt weder für die Anzahl der Raucher noch für die Rauchdauer ein statistisch unterschiedliches Verhalten. Lediglich die mittlere Inhalierdauer der 40-49 jährigen staubbelasteten Probanden liegt im Mittel um 4,5 Jahre höher. Die Besetzungszahlen der Rauchfrequenzkategorien weisen innerhalb der einzelnen Klassen dieselbe Tendenz auf.

8.13 Biometrische Größen (Tab. 8.1-2 Anhang S. X-XI)

Innerhalb der Altersklassen verhalten sich die Mittelwerte der Körpergröße, des Gewichts und der Atemexkursion statistisch nicht different. Mit zunehmendem Alter nimmt die mittlere Körpergröße von maximal 174,4 cm auf 167,8 cm ab. Der gleiche Trend zeigt sich beim Körpergewicht. Nahezu sämtliche Mittelwerte des Gewichts liegen allerdings über der alters- und größenentsprechenden Norm (8). Die Atembreite nimmt mit zunehmendem Alter ebenfalls deutlich ab (Abb.1).

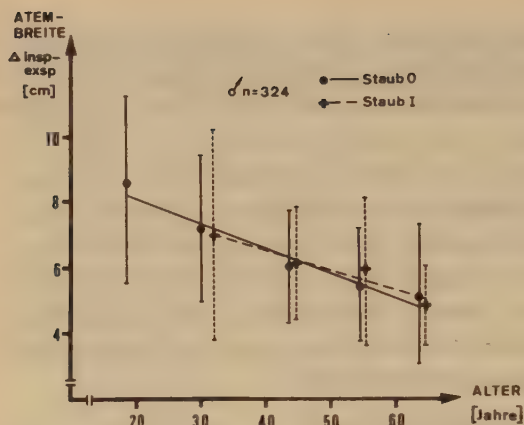


Abb. 1

Mittelwert und Standardabweichungen der Atembreite von 324 Probanden mit und ohne Staubbelastung in den einzelnen Altersklassen. Die dargestellten Geraden: — Staub 0 und - - - - - Staub I entsprechen den für die zusammengehörigen Mittelwerte errechneten Regressionsgeraden; Staub 0: $y' = 9,54 - 0,07x$; $r = -0,97$ Staub I: $y' = 8,92 - 0,06x$; $r = -0,95$

Die systolischen Blutdruckwerte verhalten sich in den Kollektiven der Altersgruppe "50-59 Jahre" signifikant unterschiedlich. Der Mittelwert der Staubbelastetengruppe liegt mit 163,0 mm Hg um annähernd 20 mm Hg über dem des Unbelastetenkollektivs. Mit zunehmendem Alter steigen die systolischen Blutdruckwerte im Mittel deutlich an, während die diastolischen Werte nahezu gleich bleiben.

8.14 Anamnestische Einflußfaktoren (Tab. 5.2-3 Anhang S. II-III)

Die anamnestischen Einflußfaktoren zeigen innerhalb der einzelnen Altersklassen kein unterschiedliches Verhalten. Eine Ausnahme bildet die Bronchitishäufigkeit in der Altersgruppe "40-49 Jahre". Zwei Probanden mit der Angabe früher durchgemachter Bronchitiden im Unbelastetenkollektiv steht nur ein Proband des Belastetenkollektivs gegenüber (Abb.2a-b).

8.15 Arbeits- und Staubbelastungsdauer (Tab. 6.0 Anhang S. VI)

Im Hinblick auf die Arbeitsdauer besteht lediglich in der Altersgruppe "20-39 Jahre" ein statistisch auffälliger Unterschied. Die staubbelasteten Männer haben mit 15,9 Jahren

im Mittel um 2,6 Jahre länger gearbeitet als die unbelasteten Probanden. Diese Differenz entspricht nahezu der mittleren Altersdifferenz der Kollektive dieser Altersgruppe. Die Staubbelaustungsdauer nimmt von Altersklasse zu Altersklasse um jeweils ca. vier Jahre von minimal 10,6 auf maximal 23,5 Jahre zu (Tab. 6.0).

Zusammenfassend stimmen die entsprechenden Kollektive, wenn das Lebensalter jeweils berücksichtigt wird, in den wesentlichen Einflußfaktoren überein. Ausnahmen hiervon machen die Mittelwerte des Lebensalters und der Arbeitsdauer der 20-39 jährigen Männer. Ferner liegt der Mittelwert des systolischen Blutdrucks bei den 50-59 jährigen staubbelasteten Probanden statistisch höher. Nicht auszuschließen ist, daß sich der geringe mittlere Altersunterschied bei den 20-39 jährigen Männern auf die Zielgrößen auswirken kann. Dagegen ist kaum zu erwarten, daß die Zielgrößen wegen der geringen Mittelwertdifferenz der Arbeitsdauer der 20-39 jährigen Arbeitnehmer, bzw. der mittleren systolischen Blutdruckerhöhung der 50-59 jährigen staubbelasteten Probanden wesentliche Änderungen erfahren.

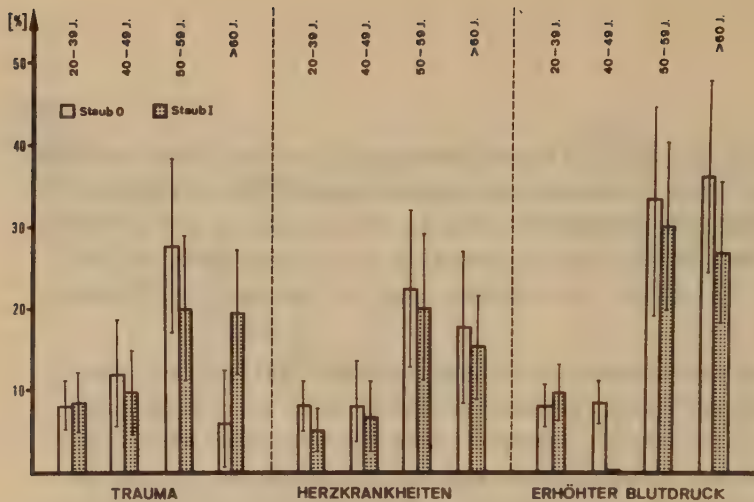


Abb. 2a

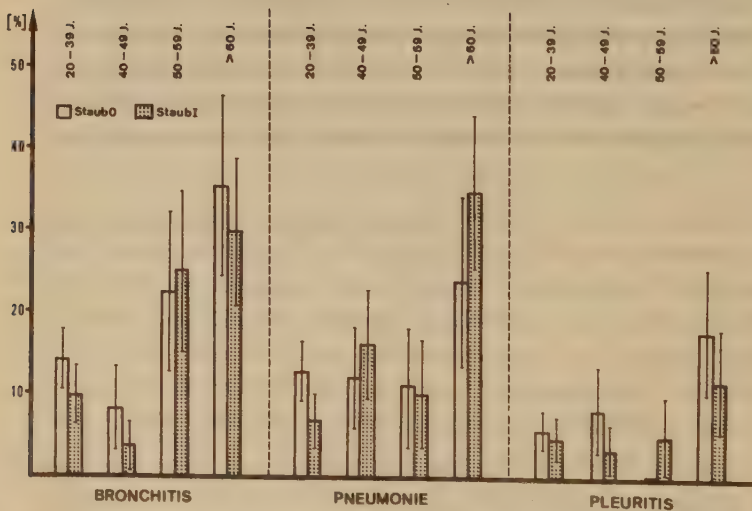


Abb. 2b

Abb. 2a und b: Gegenüberstellung prozentualer Häufigkeiten mit Standardabweichungen einiger anamnestischer Einflußfaktoren von 324 Probanden mit und ohne Staubbelastrung in den verschiedenen Altersklassen. Die Altersgruppe "unter 20 Jahre" bleibt bei den Darstellungen unberücksichtigt.

8.20 Verhalten der Zielgrößen nach Aufteilung der Kollektive in einzelne Altersklassen

8.21 Anamnestiche Zielgrößen (Tab. 5.1-2 Anhang S. I-II)

Die Angaben der Probanden über Husten und Auswurf ergeben innerhalb der verschiedenen Altersklassen nach Testung im Chi-Quadratstest keine signifikanten Differenzen. Die Häufigkeitsgipfel dieser Zielgrößen befinden sich in der Altersgruppe "50-59 Jahre" (Abb. 3a). Aufgrund klinischer Erfahrungen hätte man diesen Gipfel in der 7. Lebensdekade erwarten müssen. Die Verhältnisse für "Pfeifgeräusche auf der Lunge" und "Katarrh" zeigt Abb. 3b. 16% unbelastete Arbeitnehmer der Altersklasse "40-49 Jahre" machen zu "Pfeifgeräuschen auf der Lunge" Angaben. Bei den staubbelasteten Probanden finden sich hierzu keine Angaben. Umgekehrt geben in der Altersgruppe "50-59 Jahre" 25% staubbelastete Männer Pfeifgeräusche an. Im entsprechenden "Staub 0"-Kollektiv ist die Anamnese hierzu leer. Insgesamt berichten innerhalb der einzelnen Altersklassen die staubbelasteten Probanden etwas über häufiger vermehrten Husten und Auswurf als die unbelasteten Arbeitnehmer. Eine Ausnahme bildet die Hustenanamnese der Gruppe "20-39 Jahre" (Tab. 5.1). Ein häufigeres Auftreten dyspnoischer Beschwerden findet sich mit zunehmendem Alter. Die Häufigkeit des Vorkommens ist bei den staubbelasteten Männern der Altersklassen "50-59 Jahre" mit 40,0% und "über 60 Jahre" mit 76,9% besonders groß. Lediglich ein Drittel der unbelasteten 50-59 jährigen Probanden und nicht ganz ein Viertel der über 60 jährigen Arbeitnehmer geben demgegenüber Kurzatmigkeit an (Abb. 3a). Als signifikant häufiger erweisen sich allerdings lediglich die Klagen über Dyspnoe bei den 60 jährigen staubbelasteten Männern. Bemerkenswert ist schließlich, daß bei den 40-49 jährigen die nichtstaubbelasteten Probanden zu 24%, die staubbe-

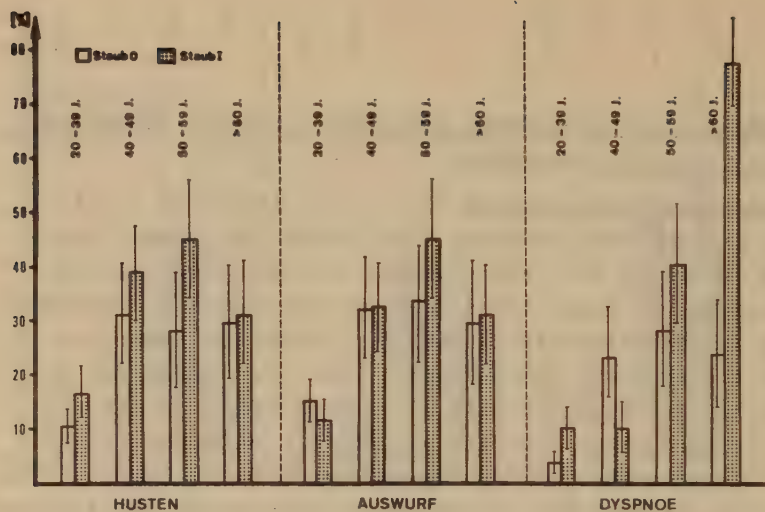


Abb. 3a

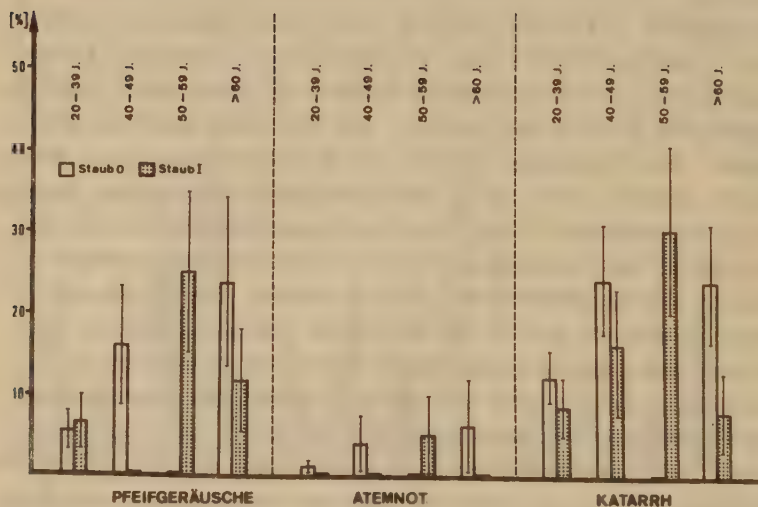


Abb. 3b

Abb. 3a und b: Gegenüberstellung prozentualer Häufigkeiten mit Standardabweichungen einiger Zielgrößen von 324 Probanden mit und ohne Staubbelastung in den verschiedenen Altersklassen. Die Altersgruppe "unter 20 Jahre" bleibt bei den Darstellungen unberücksichtigt.

lasteten aber nur zu 10% Kurzatmigkeit angeben. Vier Männer ohne Staubbelastung der Altersklasse "40-49 Jahre" haben angegeben, daß sie früher Pfeifgeräusche auf der Lunge bemerkt hätten. Dem steht kein staubbelasteter Proband vergleichbaren Alters entgegen. Umgekehrt liegen die Verhältnisse in der folgenden Altersgruppe. Hier gibt kein unbelasteter Arbeitnehmer Pfeifgeräusche an. Im Belastetenkollektiv sind es dagegen fünf Probanden. Bei dieser Konstellation ergeben sich in diesen beiden Altersklassen statistisch signifikante Differenzen (Tab. 5.1). Die absoluten Häufigkeiten der Angabe "anfallsartiger Atemnot" in den Kollektiven verschiedenen Alters sind relativ gering. Mit Ausnahme der Männer der 5. Lebensdekade geben in allen anderen Altersgruppen die Probanden ohne Staubbelastung häufiger Nasen-Rachenkatarrh in der Vorgeschichte an. Allerdings sind die Differenzen zwischen den Kollektiven mit Ausnahme der 50-59 jährigen Arbeitnehmer nicht signifikant verschieden (Tab. 5.2). Insgesamt ergibt sich kein Anhalt für ein auffällig vermehrtes Auftreten anamnestischer Zielgrößen bei den Kollektiven mit Staubbelastung.

8.22 Elektrokardiographische und röntgenologische Befunde (Tab. 7.1-2 Anhang S. VII-VIII)

Störungen der Erregungsrückbildung im EKG sind innerhalb der jeweiligen Kollektive statistisch nicht unterschiedlich. Bemerkenswert ist lediglich, daß in den Altersgruppen jenseits des 40. Lebensjahres relativ mehr unbelastete Männer derartige EKG-Befunde aufweisen.

Die röntgenologischen Befunde verhalten sich in der Häufigkeit ihres Auftretens ähnlich wie die anamnestischen Zielgrößen. Wirbelsäuledeformierungen, verbreiterte Inter-

costalräume, vermehrt diffuse Lungenzeichnung, diffus vermehrte Strahlentransparenz und Zwerchfelldiaphragma haben ihre Häufigkeitsgipfel in der 6. Lebensdekade. Bei den röntgenologischen Hinweisen für ein "Emphysem" (Verbreiterung der Intercostalräume, diffus vermehrte Strahlentransparenz und Zwerchfelldiaphragma) finden sich keine signifikanten Differenzen in den gegenübergestellten Teilkollektiven. Bei der Feststellung "vermehrt diffuse Lungenzeichnung" differieren lediglich die Besetzungszahlen der Altersgruppe "50-59 Jahre". Die Probanden mit Staubbelastung weisen diesen Befund wesentlich häufiger auf. Ebenfalls signifikant häufiger treten bei den über 60 jährigen staubbelasteten Männern Lungenschatten und -herde auf. Der Zwerchfelldiaphragma ist bei den Arbeitnehmern ohne Staubbelastung der Altersklassen "40-49 Jahre" und "über 60 Jahre" nahezu doppelt so häufig wie bei den staubbelasteten Männern, ohne allerdings bereits statistisch unterscheidbar zu sein. Die Probandenzahlen mit Pneumokoniosezeichen sind insgesamt für eine statistische Bewertung zu gering und bleiben für die epidemiologische Betrachtung unberücksichtigt. Wie bei den anamnestischen Zielgrößen findet sich auch röntgenologisch und elektrokardiographisch kein Anhalt für ein entscheidend abweichendes Verhalten der Staubbelastetenkollektive in den verschiedenen Altersklassen.

8.23 Gegenüberstellung der Lungenfunktionsgrößen und Blutgaswerte staubexponierter und nichtstaubgefährdeter tätiger Männer bei Gliederung in Altersklassen

(Tab. 8.2-5 Anhang S. XI-XIV)

Sämtliche Mittelwerte der statischen Lungenvolumina und des Atemstoßtestes weisen in den Unbelasteten- und Staubbelastetenkollektiven innerhalb der einzelnen Altersklassen keine statistisch gesicherten Unterschiede auf.

Eine Ausnahme bilden die beiden Gruppen der 20-39 jährigen Männer. Die Abb. 4-11 zeigen die Regressionsgeraden der einzelnen Lungenfunktionsgrößen mit zunehmendem Lebensalter. Die Lungenvolumina unterliegen mit Ausnahme der funktionellen Residualkapazität der bekannten Altersabhängigkeit. Die aus den Mittelwerten errechneten Regressionsgeraden sind Ausdruck des Gesamtverhaltens der verschiedenen Altersgruppen. Aufgrund der bestehenden Altersabhängigkeit dieser Lungenfunktionsparameter ist zu erwarten, daß in der Altersklasse "20-39 Jahre" wegen der beschriebenen Unterschiede in der Altersstruktur beider Kollektive gewisse Differenzen auftreten. Bei den Istwerten der Vital- und Totalkapazität sowie dem endexpiratorischen thorakalen Gasvolumen liegen hier für die staubbelasteten Probanden auf dem 1% Niveau signifikant niedrigere Mittelwerte vor. Statistisch auffällig ist weiterhin das im Mittel kleinere expiratorische Reservevolumen. Der Versuch, mit Hilfe der Quotientenbildung von Ist/Sollwert den Altersfaktor bei den Einzelwerten auszuschalten, um dann die Mittelwerte der Quotienten miteinander vergleichen zu können, bringt für die genannten Größen keine neuen Gesichtspunkte (Tab. 9.0). Es müssen also in dieser Altersgruppe neben dem Alter andere Faktoren mitdiskutiert werden. Insgesamt lassen diese Befunde keinen Verdacht zu, daß ein gerichteter Einfluß der Staubbelastung auf die statischen und die dynamischen Lungenfunktionsparameter besteht. Die Werte des bronchialen Strömungswiderstandes unterscheiden sich nicht in den zu vergleichenden Kollektiven. Aber auch hier liegt eine Abhängigkeit vom Alter vor. Bei den Probanden mit Staubbelastung der Altersklassen "20-39 Jahre" und "40-49 Jahre" sind die Mittelwerte der Resistance etwas niedriger als die der unbelasteten Arbeitnehmer. Es finden sich auch für den bronchialen Widerstand keine gerichteten pathologischen Abweichungen bei den staubbelasteten Männern. (Abb. 11)

Die Ergebnisse der Blutgasanalyse (Abb. 12) zeigen auch die bereits bekannte Altersabhängigkeit. Sowohl in Ruhe als auch während Belastung der Probanden mit 120 bzw. 150 Watt Tretkurbelarbeit befinden sich die Mittelwerte der Altersklassen im Normbereich. Die arteriellen Sauerstoffpartialdrucke sind bei den Männern mit Staubbelastung während Tretkurbelarbeit sogar insgesamt etwas höher als bei den unbelasteten Probanden. Diese Differenzen liegen aber in der statistischen Schwankungsbreite der Stichprobenmittelwerte und sind somit nicht signifikant. Die Abnahme des mittleren Sauerstoffpartialdruckes unter Belastung beträgt für die Kollektive der verschiedenen Altersklassen zwischen 1,7 torr (Staub I: "über 60 Jahre") und 6,3 torr (Staub 0: "50-59 Jahre"). Der arterielle Kohlensäurepartialdruck nimmt bei den einzelnen Kollektiven in Ruhe von 39,6 torr (Staub 0: "20-39 Jahre") um maximal 1,0 torr auf 40,6 torr (Staub I: "über 60 Jahre") zu. Der Zuwachs während Belastung von 40,6 auf 41,4 torr (Staub 0: "20-39 Jahre" - Staub I: "über 60 Jahre") beträgt maximal 0,8 torr. Gerichtete zu pathologischen Werten tendierende Veränderungen sind auch bei Anwendung blutgasanalytischer Verfahren in Verbindung mit dosierter Ergometerbelastung in den Staubbelastetenkollektiven nicht aufzudecken.

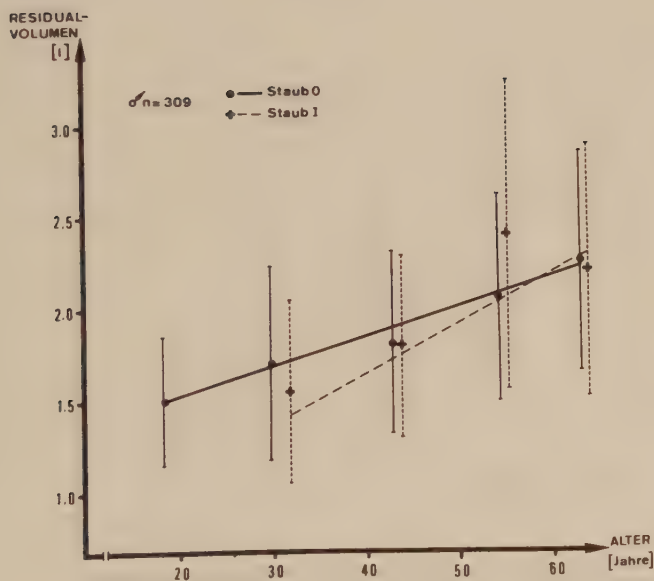


Abb. 4

Mittelwerte mit Regressionsgeraden und Standardabweichungen des Residualvolumens von 309 Probanden mit und ohne Staubbelastung in den einzelnen Altersklassen.
 Staub 0: $y' = -1,21 + 0,0156x$; $r = 0,98$
 Staub I: $y' = 0,83 + 0,0233x$; $r = 0,87$

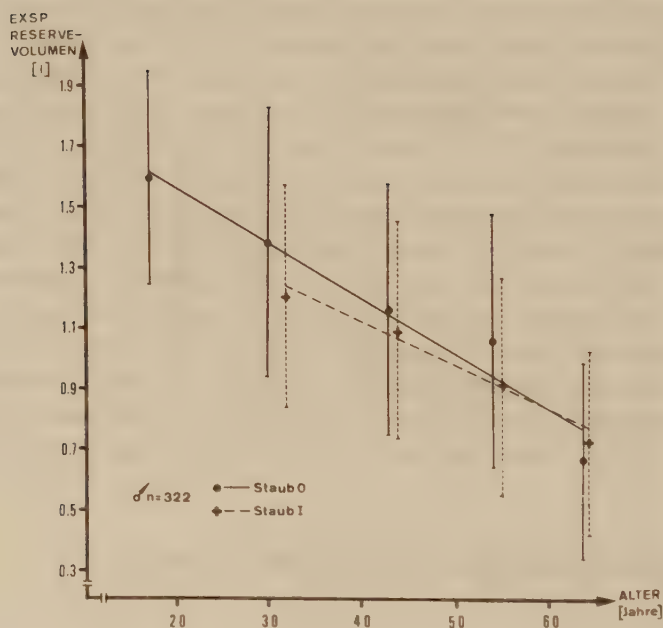


Abb. 5

Mittelwerte mit Regressionsgeraden und Standardabweichungen des expir. Reservevolumens von 322 Probanden mit und ohne Staubbelastung in den einzelnen Altersklassen.

Staub 0: $y' = 1,93 - 0,0185x$; $r = -0,97$

Staub I: $y' = 1,71 - 0,0151x$; $r = -0,99$

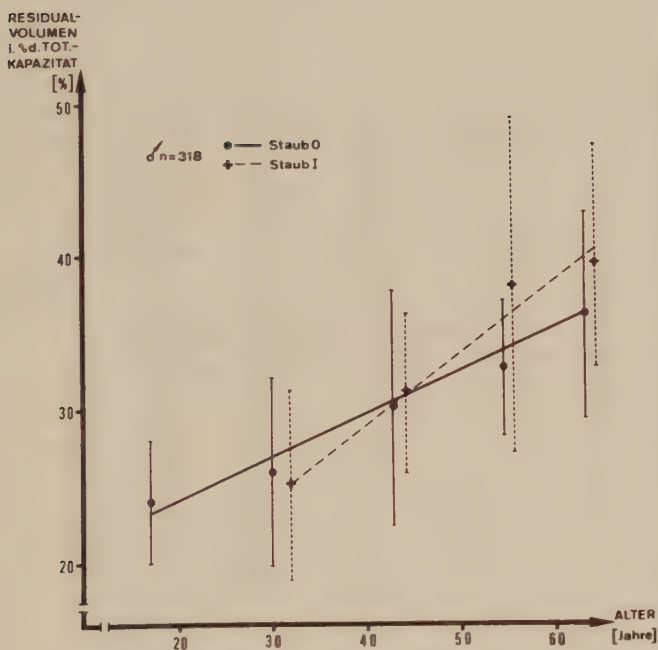


Abb. 6

Mittelwerte mit Regressionsgeraden und Standardabweichungen des Residualvolumens i. % d. Ist-Totalkapazität von 318 Probanden mit und ohne Staubbelastung in den einzelnen Altersklassen.

Staub 0: $y' = 18,08 + 0,28x$; $r = 0,97$

Staub I: $y' = 9,21 + 0,48x$; $r = 0,97$

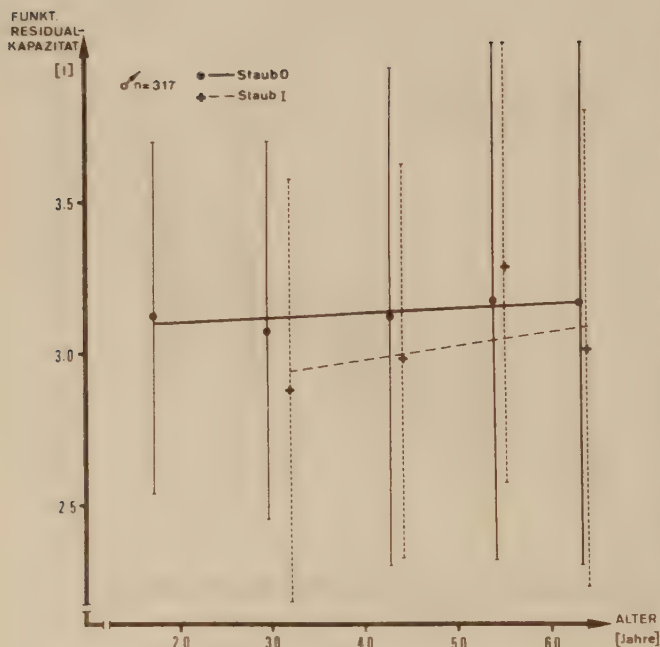


Abb. 7

Mittelwerte mit Regressionsgeraden und Standardabweichungen der funktionellen Residualkapazität von 317 Probanden mit und ohne Staubbelastrung in den einzelnen Altersklassen.

Staub 0: $y' = 3,06 + 0,0014x$; $r = 0,71$

Staub I: $y' = 2,77 + 0,0046x$; $r = 0,34$

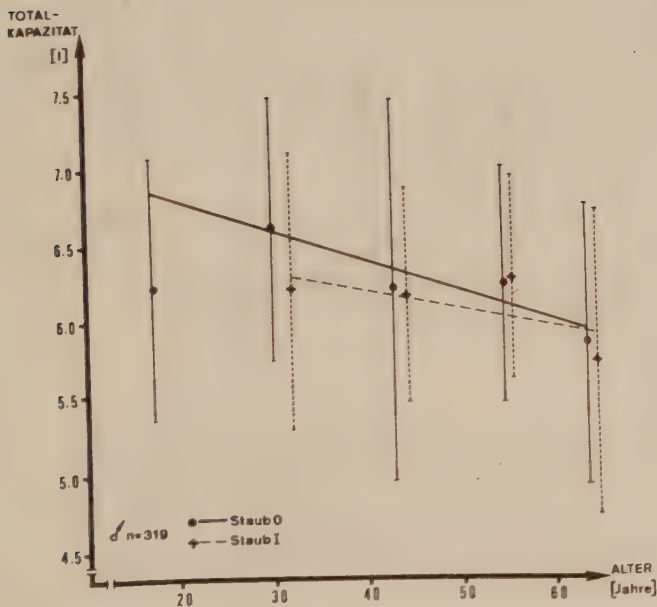


Abb. 8

Mittelwerte mit Regressionsgeraden und Standardabweichungen der Totalkapazität von 319 Probanden mit und ohne Staubbela-
 lastung in den einzelnen Altersklassen.
 Staub 0: $y' = 7,19 - 0,0203x$; $r = -0,92$
 Staub I: $y' = 6,69 - 0,0125x$; $r = -0,68$

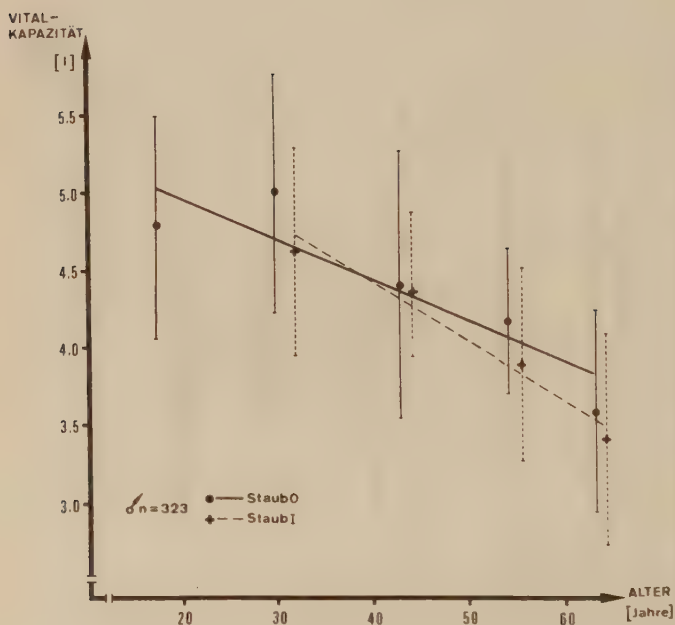


Abb. 9

Mittelwerte mit Regressionsgeraden und Standardabweichungen der Vitalkapazität von 323 Probanden mit und ohne Staubbelastung in den einzelnen Altersklassen.

Staub 0: $y' = 5,50 - 0,0269x$; $r = -0,91$

Staub I: $y' = 5,93 - 0,0381x$; $r = -0,97$

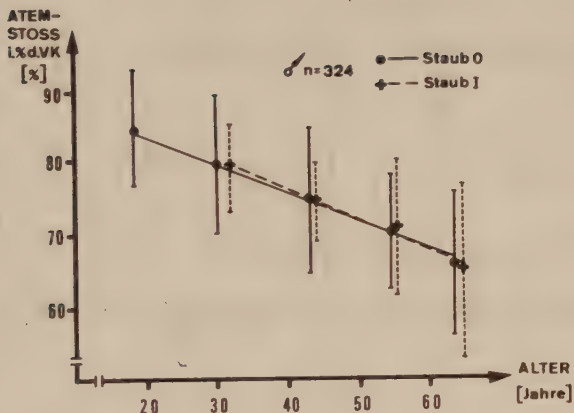


Abb. 10

Mittelwerte mit Regressionsgeraden und Standardabweichungen des Atemstoßtestes von 324 Probanden mit und ohne Staubbelastung in den einzelnen Altersklassen.

Staub 0: $y' = 87,65 - 0,40x$; $r = -0,99$

Staub I: $y' = 91,91 - 0,39x$; $r = -0,96$

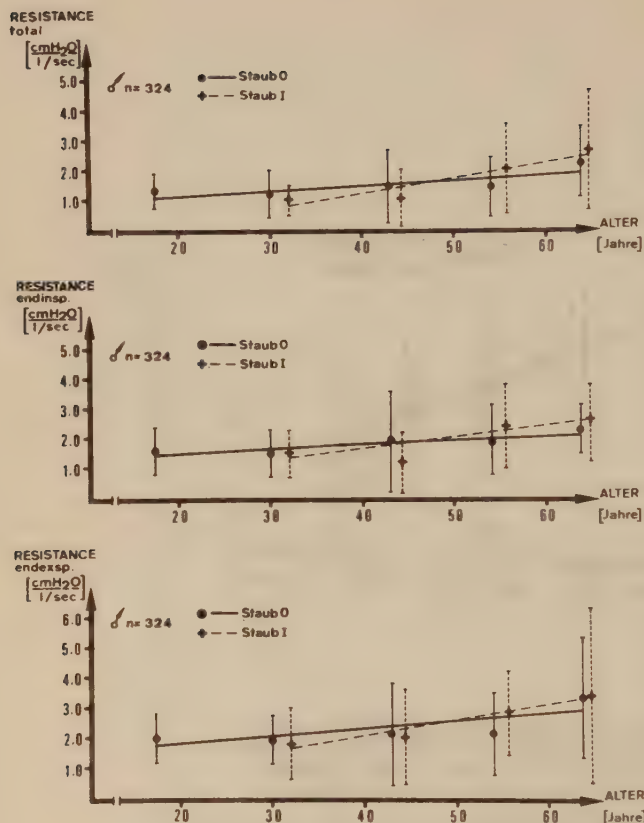


Abb. 11

Mittelwerte mit Regressionsgeraden und Standardabweichungen der Resistance total, endinsp. und endexp. von 324 Probanden mit und ohne Staubbelastung in den einzelnen Altersklassen.

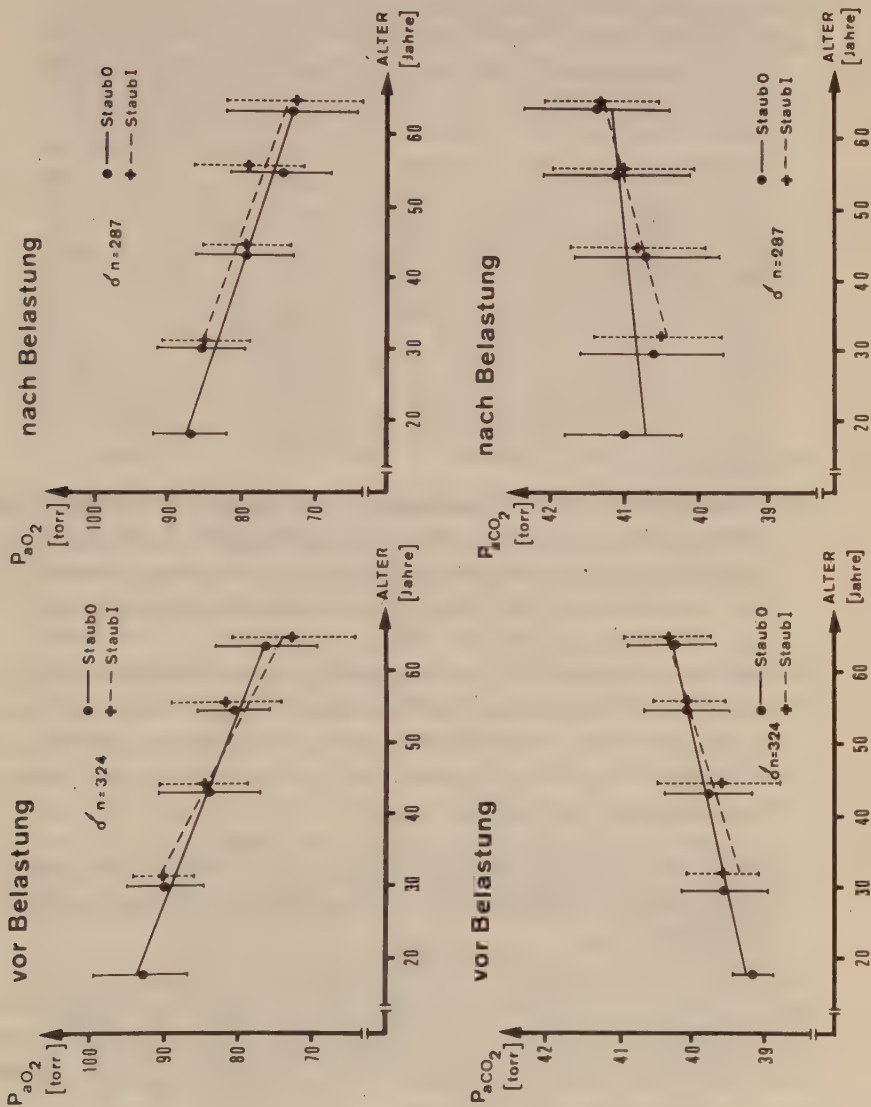
a) R_t : Staub 0: $y' = 0,83 + 0,01x$; $r = 0,75$
 Staub I: $y' = -0,92 + 0,05x$; $r = 0,93$

b) R_{ti} : Staub 0: $y' = 1,22 + 0,01x$; $r = 0,90$
 Staub I: $y' = -0,07 + 0,04x$; $r = 0,84$

c) R_{te} : Staub 0: $y' = 1,35 + 0,02x$; $r = 0,73$
 Staub I: $y' = 0,01 + 0,05x$; $r = 0,96$

Abb. 12

Mittelwerte mit Regressionsgeraden und Standardabweichungen der art. Blutgase von 324 Probanden vor- und 287 Probanden während Ergometerbelastung in den einzelnen Altersklassen.



Staub 0

vor Bel.: $y' = 99,76 - 0,36x$; $r = -0,99$

nach Bel.: $y' = 93,37 - 0,32x$; $r = -0,99$

vor Bel.: $y' = 38,97 + 0,02x$; $r = 0,99$

nach Bel.: $y' = 39,52 + 0,02x$; $r = 0,95$

Staub I

$y' = 106,14 - 0,48x$; $r = -0,95$

$y' = 95,69 - 0,48x$; $r = -0,94$

$y' = 38,43 + 0,03x$; $r = 0,91$

$y' = 39,50 + 0,02x$; $r = 0,95$

9.00 Gegenüberstellung jeweils der jüngeren und älteren nichtstaubbelasteten und staubbelasteten Arbeitnehmer, letztere gegliedert nach der Dauer der Staubbelastung

Die beiden Kollektive der staubbelasteten und nichtstaubbelasteten Arbeitnehmer wurden zuerst nach dem Lebensalter in zwei Gruppen aufgeteilt, und zwar in die Gruppen "unter 40 Jahre" und "über 40 Jahre". Die Lungenfunktionsparameter Erwachsener ändern sich erfahrungsgemäß bis zum 40. Lebensjahr nur unwesentlich bis mäßig. Zahlreiche Größen der Lungenfunktion unterliegen nach Überschreiten des 40. Lebensjahres physiologischerweise erheblichen altersbedingten Veränderungen. In den beiden staubbelasteten Kollektiven wurden entsprechend der Dauer der Staubbelastung folgende Klassen gebildet:

- Klasse I : 1- 9 Jahre Staubbelastung am Arbeitsplatz
- Klasse II : 10-19 Jahre Staubbelastung am Arbeitsplatz
- Klasse III : über 20 Jahre Staubbelastung am Arbeitsplatz

Die Besetzungszahlen der einzelnen Kollektive sind in Tab. 10.1 (Anhang S. XX) enthalten.

Die drei Kollektive staubbelasteter Arbeitnehmer wurden nicht nach der Schwere der Staubbelastung, etwa in leichte, mittelschwere und schwere Belastung differenziert. Hierauf mußte verzichtet werden, da die Besetzungszahlen der Extremklassen zu gering waren.

9.10 Verhalten allgemeiner und spezifischer Einflußfaktoren bei Aufteilung der Gesamtkollektive nach der Dauer der Staubbelastung

Das Verhalten der Einflußfaktoren im Kollektiv "unter 40 Jahre" ist in Kap. 8.0 bereits besprochen worden. Der Altersmittelwert des Kollektives mit einer Staubbelastung von mehr als 20 Jahren zeigt nach Prüfung mit der Varianz-

analyse gegenüber dem mittleren Lebensalter des unbelasteten Kollektivs kein signifikant unterschiedliches Verhalten. Dieses ist auffällig, da die Mittelwerte eine Differenz von 8,0 Jahren aufweisen. Die Besetzungszahl dieser Gruppe ist allerdings für einen statistischen Aussagewert relativ klein.

Wie in Tab. 10.1 dargestellt wird, lassen die Altersmittelwerte der vier Klassen sämtlicher Arbeitnehmer über 40 Jahre statistische Differenzen vermissen. Sie sind somit also in dieser Hinsicht vergleichbar. Ebenso sind die Kollektive auch im Hinblick auf das Verhalten der übrigen Einflußfaktoren komparabel. Es treten keine signifikanten Differenzen auf. Die zu vergleichenden Kollektive können hinsichtlich der ausgewerteten Einflußfaktoren als homogen bezeichnet werden.

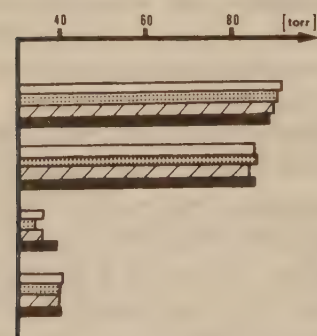
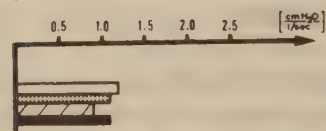
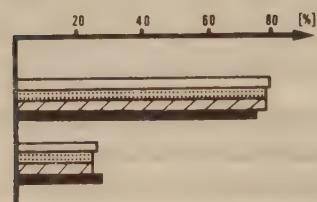
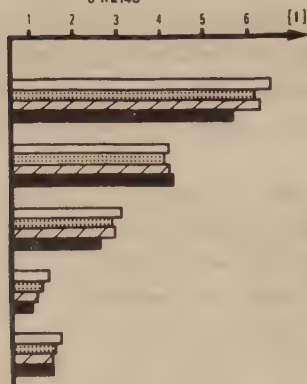
9.20 Gegenüberstellung der Lungenfunktionsparameter und Blutgaswerte nichtstaubexponierter und staubgefährdeter Männer nach Aufteilung der Gesamtkollektive nach der zeitlichen Dauer der Staubbelastung

(Tab. 10.3-9 Anhang S. XXII - XXVIII)

Auf das Verhalten anamnestischer Zielgrößen, der röntgenologischen und elektrokardiographischen Befunde wird an dieser Stelle nicht mehr eingegangen, da diese für das Kollektiv "unter 40 Jahre" in Kap. 8.21-22 besprochen wurden. Das mittlere Lebensalter der vier Klassen des Kollektivs "über 40 Jahre" liegt bei ca. 54 Jahren (Tab. 10.1). Es ist somit nahezu gleich groß, wie das Alter der Probandengruppe "50-59 Jahre". Die anamnestischen Zielgrößen dieser Altersgruppe wurden beim Vergleich staubbelasteter und nichtstaubbelasteter Arbeitnehmer in einzelnen Altersgruppen im Kap. 8.0 besprochen. Es kann geschlossen werden, daß sich die anamnestischen Zielgrößen des Kollektivs "über 40 Jahre" aufgrund des gleichen mittleren Lebensalters analog der Altersgruppe

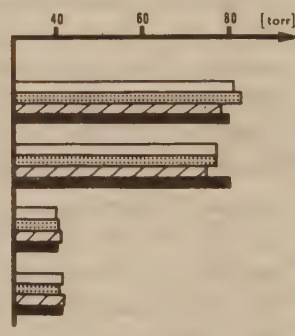
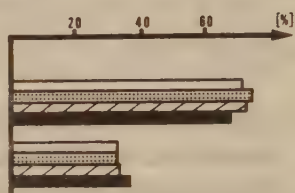
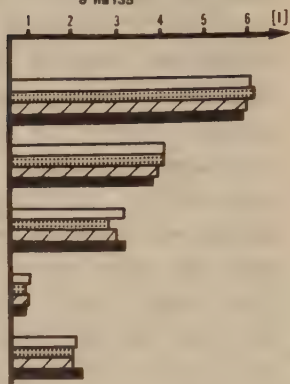
ALTERSGRUPPE <40 JAHRE

n=148



ALTERSGRUPPE >40 JAHRE

n=135



keine Staubbelastung
1-9 Jahre Staub

10-19 Jahre Staub
≥20 Jahre Staub

Abb. 13

Übersicht zum Verhalten statischer und dynamischer Lungenfunktionsparameter und der Blutgaswerte in Abhängigkeit von der Staubbelastungsdauer. Links die Untersuchungsergebnisse für 148 unter 40 jährige, rechts diejenigen von 135 über 40 jährige Probanden.

"50-59 Jahre" verhalten.

9.21 Lungenfunktionsparameter und Blutgaswerte der vier unterschiedlich staubbelasteten Klassen "unter 40 Jahre" (Tab. 10.3-9 Anhang S. XXII - XXVIII; Abb. 13)

Die Dauer der Staubbelastung nimmt in diesen Klassen annähernd proportional mit dem Lebensalter zu. Probanden mit der längsten Staubbelastung sind somit im Durchschnitt älter. Eine Staubexposition von über 20 Jahren ist bei jüngeren Arbeitnehmern verhältnismäßig selten. Die statistische Auswertung und ihre Interpretation beschränkt sich damit auf staubbelastete Männer mit einer Expositionsdauer bis 19 Jahre.

Die Mittelwerte der Vital- und Totalkapazität, sowie des expiratorischen Reservevolumens weisen bei Prüfung mit dem Student-t-Test signifikante Unterschiede auf. Es wurden hierbei die staubbelasteten Probandengruppen gegen die Unbelastetengruppe getestet. Bei varianzanalytischer Kontrolle entfallen aber sämtliche signifikanten Differenzen. Für die übrigen Zielgrößen wird gefolgert, daß sicher keine statistischen Unterschiede varianzanalytisch nachweisbar sind, wenn schon der weniger mächtige t-Test keine Signifikanz ergibt.

Innerhalb der zu erwartenden Schwankungsbreite nehmen die Istwerte der Vitalkapazität mit zunehmender Dauer der Staubbelastung, aber auch mit zunehmendem Alter, ab. Dasselbe gilt für sämtliche anderen statischen Lungenfunktionsparameter und den Atemstoßtest.

Die mittlere Resistance ist in keiner Untergruppe statistisch unterschiedlich. Die mittlere Differenz zwischen der Unbelastetengruppe und den drei Staubbelastetenkollektiven beträgt maximal 0,3 cm H₂O/1/sec.

Der mittlere Sauerstoff- und der mittlere Kohlensäurepartialdruck weicht vor und während Belastung in den vier zu vergleichenden Klassen nur geringfügig ab. Die Mittelwerte fallen auch mit zunehmender Belastungsdauer

nicht in pathologische Bereiche ab.

Zusammenfassend ergibt sich auch bei einer Auswertung mit Differenzierung der Staubbelastungsdauer für die jüngeren Männer kein Hinweis für eine durch die Dauer der Staubbelastung hervorgerufene Verschlechterung der Lungenfunktion.

9.22 Lungenfunktionsparameter und Blutgaswerte der vier unterschiedlich staubbelasteten Klassen "über 40 Jahre"

(Tab. 10.3-9 Anhang S. XXII - XXVIII; Abb. 13)

Auch hierbei wurde wieder die Unbelastetengruppe den drei Gruppen mit staubbelasteten Arbeitnehmern gegenübergestellt. Im Gegensatz zu den Klassen mit jüngeren Probanden stimmen die vier Gruppen der älteren Männer altersmäßig gut überein. Die Besetzungszahl der Probandengruppe mit einer Staubbelastung von mehr als 20 Jahren beträgt $n = 33$. Ihre Zielgrößen sind daher besser zu beurteilen, als dies bei der entsprechenden Gruppe jüngerer Arbeitnehmer der Fall war.

Die Mittelwerte sämtlicher statischer und dynamischer Lungenfunktionsparameter zeigen kleine, statistisch nicht gesicherte Differenzen ohne gerichtete Abweichungen. Die Istwerte der Vitalkapazität, des Residualvolumens und der Totalkapazität liegen deutlich über den dazu angegebenen Knipping'schen Mindestsollwerten.

Der arterielle Sauerstoffpartialdruck vor und während Belastung verhält sich altersentsprechend. Mit 82,5 torr liegt der Wert der Probanden mit einer Staubbelastung von 1-9 Jahren um 1,2 torr über dem der Unbelastetengruppe.

Der Druckabfall während Belastung von 80,1 auf 80,0 torr ist bei Probanden mit über 20 jähriger Staubbelastung überraschenderweise am geringsten. Dieser Mittelwert ist um 3,6 torr höher als derjenige der Unbelastetengruppe.

Der Kohlensäurepartialdruck nimmt in allen Klassen gleichermaßen von minimal 39,9 torr vor auf maximal 40,6 torr während Belastung zu.

10.00 Korrelationsberechnungen (Tab.11.0-13.0 Anhang
S. XXIX - XXXI)

In Tab. 11.0 sind die verschiedenen Pearson Bravais'schen Korrelationskoeffizienten wiedergegeben. Es sollte untersucht werden, ob Zusammenhänge zwischen biometrischen Größen, einigen Lungenfunktionsparametern, den arteriellen Blutgasen und den Einflußfaktoren Alter, Staubbelastungsdauer und Rauchdauer bestehen. Hiernach lassen sich folgende Feststellungen treffen:

Körpergröße und Gewicht sind vom Alter unabhängig. Die Atembreite nimmt mit zunehmendem Alter ab. Es besteht eine geringe Korrelation mit der Rauchdauer, jedoch kein Zusammenhang mit der Staubbelastungsdauer. Die Vitalkapazität, der Atemstoß, das Residualvolumen, das Residualvolumen in % der Totalkapazität, die Resistance, der arterielle Sauerstoffpartialdruck in Ruhe und der Kohlensäurepartialdruck in Ruhe sind mehr oder weniger stark mit allen drei Einflußfaktoren korreliert. Keine Abhängigkeit von den untersuchten Einflußfaktoren besteht bei der Totalkapazität und dem Kohlensäurepartialdruck während Belastung. Lediglich vom Alter und der Rauchdauer hängt der Sauerstoffpartialdruck während Belastung ab. Es liegt der Verdacht nahe, daß zwischen Alter, Staubbelastungsdauer und Rauchdauer eine Scheinkorrelation mit den Lungenfunktionsparametern vorliegt. Mit zunehmendem Alter wird zwangsläufig die Staubbelastungsdauer (Tab. 5.0) und die Rauchdauer (Tab. 3.0) zunehmen. Diese drei Variablen werden sich also gegenseitig beeinflussen. Sie wirken untereinander als Störgrößen. Mit Hilfe der partiellen Korrelation gelingt es, eine der drei genannten Variablen konstant zu halten und die Korrelation zwischen zwei weiteren zu messen. Tabelle 12.0 zeigt die partiellen Korrelationen zwischen

den Lungenfunktionsparametern und dem Alter bei Konstanthaltung der Staubbelastungsdauer einerseits und den Zusammenhang zwischen den Lungenfunktionsparametern und der Staubbelastungsdauer bei konstantgehaltenem Alter andererseits. Die Atembreite weist keine Staubabhängigkeit auf. Ebenso sind die Vitalkapazität, das expiratorische Reservevolumen, das Residualvolumen, die Totalkapazität, das Residualvolumen in % der Totalkapazität, der arterielle Sauerstoffpartialdruck in Ruhe und der Kohlensäurepartialdruck vor und während Belastung korrelationsstatistisch staubunabhängig. Atemstoß und Sauerstoffpartialdruck während Belastung korrelieren sowohl mit dem Alter als auch mit der Staubbelastungsdauer. Die Korrelation mit dem Alter ist jeweils nahezu doppelt so eng als mit der Staubbelastungsdauer. Wie in Tab. 11.0 schon dargestellt, besteht auch hier keine Abhängigkeit zwischen Totalkapazität, dem Alter und der Staubbelastung. Die Resistance zeigt keine von Null verschiedene Korrelation mit dem Alter, ist hier jedoch gering staubabhängig.

Tab. 13.0 zeigt die Verhältnisse bei partieller Korrelation zwischen Lungenfunktionsparametern und Rauchdauer bei konstantgehaltenem Alter. Die Lungenfunktionsparameter scheinen mit Ausnahme des expiratorischen Reservevolumens und des Residualvolumens von der Rauchdauer unabhängig zu sein. Hält man die Rauchdauer konstant, so bestätigt sich die Alterskorrelation des Sauerstoffpartialdruckes vor und während Belastung. Das Residualvolumen, die Totalkapazität, das Residualvolumen in % der Totalkapazität, die Resistance und der Kohlensäurepartialdruck nach Belastung erweisen sich bei dieser Berechnung als altersunabhängig.

Die Totalkapazität und der arterielle Kohlensäurepartialdruck während Belastung müßten nach allen diesen Korrelationsberechnungen von keiner der drei Einflußfaktoren abhängig sein. Es kann jedoch darüber keine Aussage gemacht werden,

ob nicht aufgrund anderer variablen Größen, die ihrerseits wieder altersabhängig sind, sekundär eine Altersbeeinflussung auf diese beiden Lungenfunktionsparameter projiziert wird. Dasselbe gilt auch für das Verhalten aller anderer hier aufgeführten Korrelationskoeffizienten. Es können diesen hier durchgeführten Berechnungen gewisse Hinweise entnommen werden. Die anderen hier vorliegenden Ergebnisse lassen sich damit untermauern. Man muß sich darüber im klaren sein, daß noch zahlreiche andere allgemeine Einflußfaktoren, die im begrenzten Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht werden konnten, die Lungenfunktion beeinflussen. Schlußfolgerungen aufgrund der vorliegenden Korrelationskoeffizienten sind daher nur unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen zu ziehen.

11.00 Diskussion

Verschiedene Autoren wiesen zunächst aufgrund empirischer Beobachtungen darauf hin, daß eine langjährige Staubbela-
stung am Arbeitsplatz als wesentlicher Faktor zur Ent-
stehung des CURS anzusehen sei. Späterhin wurden anamnes-
tische, klinische und pathologisch anatomische Unter-
suchungen an ausgewählten Kollektiven durchgeführt. Aus
dem deutschen und angloamerikanischen Schrifttum sei
hier lediglich folgendes zitiert:

Worth und Mitarb. (64) stellten bei Untersuchungen an
1195 Bergleuten und 570 nichtstaubbelasteten Probanden
vergleichbaren Alters fest, daß mit zunehmender Staub-
expositions-dauer die Vitalkapazität, der Atemstoß und
der Atemgrenzwert abnahmen, und daß das Residualvolumen
bei den Staubbelasteten anstieg. Bei Probanden mit Staub-
belastung wurden "häufiger" niedrigere Werte für den
arteriellen Sauerstoffpartialdruck gefunden als bei ver-
gleichbar nichtbelasteten Probanden. Außerdem nahm der
alveolo-arterielle Sauerstoffdruckgradient unter Staub-
belastung zu. Zu ganz ähnlichen Ergebnissen kamen Myusers
und Mitarb. für dieselben Lungenfunktionsparameter bei
443 Bergleuten und 31 Probanden ohne Staubbela-stung.
Greve (15) beobachtete bei Staubexponierten einen "Trend"
der Vitalkapazität und des Atemstoßes zu niedrigeren
Werten. Ebenso fanden Carstens (4) und Enterline (9) auf-
grund ihrer klinischen und lungenfunktionsdiagnostischen
Untersuchungen einen Zusammenhang zwischen der Staubbex-
position und der Verschlechterung der Lungenfunktionspara-
meter. Kühne (23) berichtete in seiner Monographie über
Feststellungen bei schmalkhaldischen Eisenschleifern. Er
stellte besonders den Einfluß von Korrrundstaub auf die
Lungenfunktion heraus. Valentin und Mitarb. (54) konnten
nach Überprüfung des Untersuchungsgutes der Kölner Medi-
zinischen Universitätsklinik der Jahre 1955 bis 1958 und
nach spiographischen Untersuchungen an 500 staubbelaste-
ten Bergleuten und 180 nichtbelasteten Probanden bei den
Lungenvolumina und den Lungenzeitvolumina keine statis-
tischen Differenzen zwischen beiden Kollektiven nachweisen.
Ulmer (46) stellte zwar bei untertagebeschäftigten Arbei-
tern "eine leichte Abweichung der pulmonalen Funktion vom
Normalen" fest, bezeichnete jedoch andererseits die be-
schriebenen Veränderungen, was ihre funktionelle Bedeutung
betrifft, als gering. Beckenkamp (2) konnte bei Unter-
suchungen an 168 Kalksteinbergleuten mit leichter bis mäßi-
ger Staubbela-stung am Arbeitsplatz keine meßbaren Veränderun-

gen der Vitalkapazität, des Atemgrenzwertes, der maximalen Atemleistung und des absoluten Residualvolumens nachweisen. Kinkel (20) wies anhand der Tabellenwerke der Rentenversicherung nach, daß Rentengewährungen wegen chronischer Bronchitis bei Berufen mit Staubexposition nicht häufiger waren als bei solchen ohne dererlei Belastung.

Mehrere der genannten Autoren beschäftigten sich hauptsächlich mit zwei Grundfragen des biologischen Gesamtproblems. Einmal setzten sie sich mit der Beeinflussung der Lungenfunktionsparameter durch die Staubexposition an sich auseinander. Zum andern stand die Expositionsdauer und deren Folgen für die Lungenfunktion zur Diskussion. Logischerweise mußten hierbei auch die Auswirkungen des Lebensalters berücksichtigt werden.

Die hier vorgelegten Untersuchungsergebnisse waren unter Berücksichtigung dieser Aspekte zu bearbeiten. Speziell ergaben sich hieraus die verschiedenen Richtungen der statistischen Auswertung. Die globale Trennung sämtlicher männlicher Arbeitnehmer in Kollektive mit und ohne Staubbelastung stellte im ersten Untersuchungsgang gewissermaßen die Grobeinteilung für weitere Untersuchungen dar.

Da seit langem bekannt ist, daß die Lungenfunktionsparameter mit zunehmendem Alter schon normalerweise beeinflußt werden, wurden die beiden Bruttokollektive im zweiten Untersuchungsgang in streng definierten Altersgrenzen miteinander verglichen. Hierbei mußte in Kauf genommen werden, daß durch diese Einteilung ein Teil der Information verloren ging (24).

Im dritten Untersuchungsgang wurden neben den Größen "Staub" und "Alter" zusätzlich die Expositionszeit mit Staubberücksichtigung gewertet. Um den Alterseinfluß zu reduzieren wurden unter dem Gesichtspunkt der Staubbelastungsdauer einmal die Befunde der unter 40 jährigen Probanden und zum andern diejenigen, der über 40 jährigen Arbeitnehmer statistisch ausgewertet. Innerhalb dieser beiden Altersgruppen wurde das Verhalten der Lungenfunktionsparameter von drei Probandenkollek-

tiven mit unterschiedlicher, definierter Expositionsdauer gegen das vergleichbare Unbelastetenkollektiv u.a. varianzanalytisch getestet.

Generell war darauf zu achten, daß die zu vergleichenden Kollektive in möglichst vielen Merkmalen übereinstimmten. Bei der hier anstehenden speziellen Problematik mußte insbesondere auf die Einflußfaktoren der Lungenfunktionsparameter geachtet werden. Nur so waren im Ausschlußverfahren Rückschlüsse auf die hier relevante Fragestellung möglich. Gleichzeitig dienten diese Merkmale zur Charakterisierung der Kollektive und wurden zur "Vertiefung der Wertdeskription" (24) herangezogen. Außerdem ist der ideale Vergleich von Kollektiven nur dann gegeben, wenn diese in möglichst vielen Merkmalen übereinstimmen und ihre Häufigkeitsverteilungen als normal verteilt bezeichnet werden können. Die Verteilungen der hier ausgewerteten Befunde entsprachen im Rahmen der angewandten Test- und Prüfverfahren dieser Forderung annähernd.

Bei der globalen Trennung des gesamten Untersuchungsgutes lediglich nach dem Gesichtspunkt der Staubbelastung zeigt sich, daß die Unbelasteten- und Belastetenkollektive in ihren Altersmittelwerten und in verschiedenen allgemeinen Einflußfaktoren nicht übereinstimmen. 39 unter 20 jährigen Probanden steht kein entsprechender junger Mann mit Staubbelastung entgegen. Da diese Gruppe ca. ein Fünftel der Kollektivbesetzungszahl aller unbelasteten Arbeitnehmer ausmacht, erklärt sich die hohe Altersdifferenz. Daß die signifikanten Unterschiede einzelner Einflußfaktoren maßgeblich auf die erhebliche Altersdifferenz zurückzuführen sind, zeigt sich durch ihr Verschwinden bei der Kollektiveinteilung mit nahezu gleichaltrigen Probandengruppen. Wegen ihrer Altersinhomogenität können die beiden Gesamtkollektive nicht als Untersuchungsgrundlage für eine statistisch zwingende Beurteilung der relevanten Fragestellung herangezogen werden. Sie sind jedoch ein gutes

Beispiel für mögliche Fehlinterpretationen globalstatistischer Untersuchungen.

Nach Aufteilung der Probanden in einzelne Altersklassen mit und ohne Staubbelastung finden sich bei den anamnestischen Einflußfaktoren, sowie bei den Angaben zur Raucheranamnese keine wesentlichen Unterschiede. Das statistisch differente Verhalten der Aussagen über früher durchgemachte Bronchitiden in der Altersklasse von 40-49 Jahren dürfte unerheblich sein. Lediglich zwei Probanden ohne Staubbexposition und ein belasteter Arbeitnehmer machen dazu Angaben. Zu besprechen bleibt weiterhin die signifikante Differenz des Lebensalters in der Gruppe der 20-39 jährigen Männer. In derselben Gruppe findet sich bei den staubbelasteten Probanden eine Verminderung der Vitalkapazität, des expiratorischen Reservevolumens und des thorakalen Gasvolumens. Es läßt sich bei dieser Kollektivauswahl nicht unterscheiden, ob diese Einschränkungen der Lungenfunktionsparameter dem höheren Lebensalter der staubbelasteten Arbeitnehmer zuzuschreiben ist, oder ob dies eine Auswirkung der Staubbelastung darstellt. Bei der Vitalkapazität und der Totalkapazität wurde versucht, die mittleren Ist/Sollwertquotienten zu testen, um so den Altersfaktor zu eliminieren. Die signifikanten Differenzen bleiben trotzdem erhalten. In diesem Zusammenhang muß ein weiterer Gesichtspunkt diskutiert werden. Wir müssen aufgrund unserer Untersuchungsergebnisse annehmen, daß sich die Staubbelastung in der Altersgruppe "20-39 Jahre" auf einige Lungenfunktionsparameter auswirkt. Mit zunehmendem Lebensalter und mit wachsender Staubbexpositionsdauer kann diese Beeinflussung nicht mehr nachgewiesen werden. Eine Erklärung dieser widersprüchlichen Befunde ist schwierig. Man kann diskutieren, daß das unterschiedliche Lebensalter bei den jüngeren Probandengruppen doch einen wesentlichen Einfluß auf die Lungenfunktionsparameter hat. Auch ist daran zu denken, daß sich die Staubbelastung bei der Erniedrigung der Lungen-

funktionsparameter dem Altersgang aufpropft. Vielleicht sind die bisher angegebenen Sollwertberechnungen bei der biologischen Vielfalt und Variationsbreite zu unscharf, um bei einer Umrechnung die notwendige Korrektur herbeizuführen. Zahlreiche Autoren (2,4,23,24,27,32,33,45,46,49,51,52,62) haben eine wesentliche Altersabhängigkeit verschiedener Lungenfunktionsparameter beschrieben. Wie die Regressionsgeraden der einzelnen Zielgrößen zeigen, kann dieses Verhalten aufgrund der vorliegenden Ergebnisse für die statischen Lungenvolumina, den Atemstoßtest und die Resistance bestätigt werden. Nur fraglich altersabhängig ist die funktionelle Residualkapazität. Die Blutgaswerte zeigen ebenfalls die von anderen Autoren (28,32,42,46,54,60,62) beschriebene Altersabhängigkeit. Eine gute Übereinstimmung der Ruhewerte findet sich mit Messungen von Loew und Thews (28).

Zahlreiche Lungenfunktionsparameter verhalten sich bis zum Ende der 4. Lebensdekade annähernd gleich. Sie weisen dann aber mit zunehmendem Lebensalter mehr oder weniger starke Abweichungen auf. Außerdem lassen sich Änderungen bis zum 20. Lebensjahr erkennen.

Die Lungenfunktionsparameter der Kollektive mit und ohne Staubbelaftung in den Altersklassen "40-49 Jahre", "50-59 Jahre" und "über 60 Jahre" ergeben keinen Hinweis auf ein statistisch unterschiedliches Verhalten.

Bei den anamnestischen Zielgrößen finden sich allerdings zum Teil differente Befunde. Die widersprüchlichen Ergebnisse einiger anamnestischen Befunde seien hier noch einmal herausgestellt, da anamnestische Befunde im englischen Schrifttum eine besondere Rolle spielen. Es fällt auf, daß ca. 75% aller über 60 jährigen staubbelasteten Probanden eine Dyspnoe verschiedener Grade angeben. Nur 25% unbelastete Arbeitnehmer machen hierzu positive Angaben. 16% unbelastete und kein staubbelasteter Proband geben in der Altersgruppe

"40-49 Jahre" Pfeifgeräusche auf der Lunge an. Diesbezüglich umgekehrt verhält sich die nächstältere Altersklasse. Hier haben 25% aller Männer mit Staubexposition subjektiv Pfeifgeräusche bemerkt. Jedoch macht kein unbelasteter Arbeitnehmer in dieser Gruppe hierzu Angaben. Insgesamt finden sich somit bei den anamnestischen Zielgrößen zwischen belasteten und unbelasteten Probanden widersprechende Ergebnisse. Bei der Beurteilung der Befunde der älteren Männer liegt somit eine Diskrepanz vor. Die anamnestischen qualitativ zu bewertenden Aussagen sind widersprechend, während die quantitativ meßbaren Lungenfunktionsparameter keine Differenzen aufweisen. Wir möchten den letzteren für versicherungsmedizinische Aussagen einen größeren Aussagewert und eine weitere Beweiskraft beimessen.

Im englischen Schrifttum werden häufiger qualitativ anamnestische Methoden, besonders die "standard diagnosis" der chronischen Bronchitis des British National Health Service benützt. (11,14) Sie setzt sich vor allem aus Fragen nach Husten, Auswurf, Pfeifgeräuschen und Dyspnoe zusammen.

Nach den hier vorliegenden anamnestischen Angaben müßte festgestellt werden, daß die älteren Probanden mit Staubexposition etwas häufiger anamnestische Hinweise erbringen als gleichaltrige unbelastete Männer. Entsprechend müßte sich eine statistische Abweichung der Lungenfunktionswerte ergeben. Dies kann jedoch für keine Gruppe bestätigt werden. Die elektrokardiographischen Befunde zeigen keine Besonderheiten.

Röntgenologisch tritt eine "vermehrt diffuse Lungenzeichnung" bei 50-59 jährigen staubbelasteten Arbeitnehmern häufiger auf. Ebenso finden sich bei über 60 jährigen staubbelasteten Probanden häufiger Lungenverschattungen.

Der Vergleich von Kollektiven mit unterschiedlicher Staubbelastungsdauer mit den entsprechenden Kollektiven unbe-

lasteter Probanden ergibt für die statischen und dynamischen Lungenfunktionsparameter, den bronchialen Atemwegswiderstand und die arteriellen Blutgaswerte kein statistisch unterschiedliches Verhalten. Der von Greve (15) beobachtete "Trend" zu niedrigeren Funktionswerten scheint auch hier bei den staubbelasteten Probanden vorzuliegen. Es muß allerdings diskutiert werden, ob dieser "Trend" der Staubbelastung zuzuschreiben ist. In den vier Klassen mit unterschiedlicher Staubbelastung der unter 40- und über 40 jährigen Arbeitnehmer nimmt die Staubbelastung mit dem Lebensalter zu. Eine Beeinflussung der Lungenfunktionsparameter durch das Lebensalter muß somit neben der Staubbelastung mit in Betracht gezogen werden. Den "Trend" allein der Staubexposition anzulasten, läßt sich unseres Erachtens statistisch nicht begründen.

Nach Lange (24,25,26,27) kann die Abhängigkeit objektiv und quantitativ gemessener Größen von mehreren Einflußfaktoren durch Anwendung der multiplen Regressionsrechnung ermittelt werden. In unserem Falle stehen hierbei die Lungenfunktionsparameter zur Diskussion. Wir wissen, daß zahlreiche Einflußfaktoren die Lungenfunktionsparameter verändern können. Wegen des großen rechnerischen Aufwandes wurde im Rahmen dieser Arbeit nur die partielle Korrelationsrechnung für die wesentlichsten Lungenfunktionsparameter und die Einflußfaktoren Alter, Staubbelastungsdauer und Rauchdauer durchgeführt. Über das Verhalten der Lungenfunktionsgrößen kann nur dann eine Aussage gemacht werden, wenn möglichst viele Faktoren bekannt sind, die diese Größen beeinflussen. Diese Forderung konnte hier nur begrenzt berücksichtigt werden. Faßt man die hier dargestellten Korrelationskoeffizienten unter diesem Aspekt lediglich als Hinweis auf, so untermauern sie folgende Feststellungen: Die statischen und dynamischen Lungenvolumina, sowie die

Blutgaswerte sind generell altersabhängig und in den hier untersuchten Kollektiven weitgehend von der Staubbelastung unabhängig. Allerdings muß hierbei berücksichtigt werden, daß in dieser Studie nicht untersuchte und nichtberücksichtigte Einflußfaktoren die Straffheit der Korrelationen in der einen oder anderen Richtung verändern können.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse erbringen keinen statistischen Hinweis, der den Schluß zuließe, daß eine mäßige bis mittelgradige Speckstein- oder Steatitstaubbelastung am Arbeitsplatz bzw. die Dauer der Staubexposition maßgeblich beeinflussend auf die Lungenfunktionsparameter wirkt. Abschließend seien zur Verdeutlichung des Ergebnisses dieser Studie in einer Tabelle (Tab. 4.0) die signifikanten Differenzen der Einflußfaktoren und Zielgrößen im Unbelasteten- und Staubbelastetenkollektiv und in den Kollektiven verschiedener Altersklassen zusammengefaßt. Wie dieser Überblick zeigt, ergibt sich keine gerichtete Beeinflussung der Lungenfunktionsparameter, welche weitgehende Schlußfolgerungen für die Unfallversicherung zulassen würden.

Tab. 4.0

Zusammenfassung signifikant differierender Einflußfaktoren und Zielgrößen im Unbelasteten- und Staubbelastetenkollektiv und in den Kollektiven verschiedener Altersgruppen.

	Gesamtkoll.	20-39 J.	40-49 J.	50-59 J.	über 60 J.
Alter	++	++	∅	∅	∅
Arbeitsdauer	++	+	∅	∅	∅
<u>anamnestische Einflußfak.:</u>					
Anzahl der Raucher	++	∅	∅	∅	∅
Inhalierdauer	++	∅	+	∅	∅
Rauchdauer	++	∅	∅	∅	∅
Husten	+	∅	∅	∅	∅
Dyspnoe	++	∅	∅	∅	++
Pfeifgeräusche	∅	∅	++	++	∅
Katarrh	∅	∅	∅	+	∅
<u>anamnestische Zielgrößen:</u>					
Bronchitis	∅	∅	+	∅	∅
Lungenzeichnung	++	∅	∅	+	∅
Schatten und Herde	∅	+	∅	∅	++
<u>meßbare Einflußfaktoren:</u>					
Atembreite	+	∅	∅	∅	∅
RR syst.	++	∅	∅	++	∅
RR diast.	+	∅	∅	∅	∅
<u>Lungenfunktionsparameter:</u>					
VK Istwert	++	++	∅	∅	∅
VK Sollwert	+	∅	∅	∅	∅
AST	++	∅	∅	∅	∅
TGV _e	∅	++	∅	∅	∅
ERV	++	+	∅	∅	∅
RV Sollwert	++	∅	∅	∅	∅
TK Istwert	+	++	∅	∅	∅

Zeichenerklärung:

∅ verglichene Mittelwerte sind nicht signifikant

+

++ verglichene Mittelwerte sind auf dem 1% Niveau signifikant

12.00 Zusammenfassung

In der Literatur wird seit ca. 2 Jahrzehnten neben verschiedenen anderen Faktoren die langjährige Staubexposition am Arbeitsplatz für die Entstehung des "chronischen unspezifischen respiratorischen Syndroms" als wesentlicher Ursachenfaktor diskutiert. Im Rahmen einer epidemiologischen Studie an ganzen Betriebsbelegschaften wird hier über die Untersuchungen in einem steatitverarbeitenden Werk der keramischen Industrie berichtet. Es handelte sich um 324 männliche Arbeitnehmer im Alter zwischen 15 und 70 Jahren. Die Probanden wurden klinisch, elektrokardiographisch, röntgenologisch, spiographisch, ganzkörperplethysmographisch und blutgasanalytisch untersucht. Zur Dokumentation der gesamten Untersuchungsdaten fand der standardisierte "Erhebungsbogen für epidemiologische Untersuchungen der chronischen Bronchitis und des Lungenemphysems" der Hohen Behörde der Montanunion in der Fassung 1966 Verwendung. Letzterer wurde von einer Sachverständigenkommission des Bundesministeriums für Arbeits- und Sozialordnung erarbeitet und von der Kommission der Europäischen Gemeinschaft übernommen.

Die Auswertung erfolgte in drei verschiedenen Stufen. Zuerst wurde das gesamte Untersuchungsgut global in Teilkollektive mit und ohne Staubbelastung getrennt. Anschließend erfolgte die Berücksichtigung des Lebensalters. Die beiden Kollektive wurden in fünf verschiedene Altersklassen aufgeteilt. Im dritten Auswertungsgang wurde das gesamte Kollektiv zunächst nach dem Lebensalter getrennt. Alle unter 40- und über 40 jährigen Probanden wurden jeweils zusammengefaßt. Außerdem erfolgte in den staubbelasteten Gruppen eine Aufteilung nach der Dauer der Staubbelastung. In allen drei Stufen wurden die ver-

schiedenen Gruppierungen statistisch miteinander verglichen. Ferner wurde versucht, mit Hilfe der einfachen und der partiellen Korrelationsrechnung Abhängigkeiten einzelner Lungenfunktionsparameter von den Einflußfaktoren Lebensalter, Staubbelastungsdauer und Rauchdauer herauszuarbeiten.

Die Gesamtheit der hier vorliegenden Untersuchungsbefunde und ihre statistische Auswertung erlaubt folgende Aussage:

Statistisch verdächtige Unterschiede bei den Mittelwerten der Lungenfunktionsparameter und der Blutgase wurden zwischen den Gruppen staubbelasteter und nichtstaubbelasteter Arbeitnehmer nicht gefunden. Eine mäßige bis mittelgradige Steatitstaubbelastung am Arbeitsplatz bzw. die Dauer dieser Staubexposition übt nicht mit Wahrscheinlichkeit einen wesentlichen Einfluß auf die Lungenfunktionsparameter und die Blutgaswerte aus.

Die von zahlreichen Autoren beschriebene Abhängigkeit der meisten Lungenfunktionsparameter und der Blutgaswerte vom Lebensalter wird durch die vorliegenden Untersuchungsergebnisse weitgehend bestätigt.

A N H A N G

Tabelle 5.1 Absolute und prozentuale Häufigkeit einiger anamnestischer Einflussfaktoren und Zielgrößen von 147 unbelasteten und 138 staubbelasteten Probanden vor und nach Aufteilung in einzelne Altersklassen. Die Altersgruppe "unter 20 Jahre" bleibt hier unberücksichtigt.

Gesamtkollektive		20 - 39 Jahre		40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		über 60 Jahre	
		Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I
Husten	n_t	147	138		61	25	31	18	17
	n	27	39		10	8	12	5	5
	$n\%$	18,4 $\pm$ 3,2	28,2 $\pm$ 3,7		10,3 $\pm$ 3,2	31,2 $\pm$ 9,3	38,8 $\pm$ 8,7	27,8 $\pm$ 10,5	45,0 $\pm$ 11,1
	χ^2	3,9161 ⁺		1.1728		0,2713		1.2073	0,0087
Auswurf	n_t	147	138		61	25	31	18	17
	n	32	34		7	8	10	6	5
	$n\%$	21,9 $\pm$ 3,3	25,0 $\pm$ 3,6		14,9 $\pm$ 3,7	32,0 $\pm$ 9,3	32,2 $\pm$ 8,4	33,3 $\pm$ 11,1	45,0 $\pm$ 11,1
	χ^2	0,3292		0,3687		0,0002		0,5395	0,0087
Dyspnoe	n_t	147	138		61	25	31	18	17
	n	18	37		6	6	3	5	4
	$n\%$	9,7 $\pm$ 2,0	26,8 $\pm$ 3,7		3,4 $\pm$ 1,7	24,0 $\pm$ 8,5	9,7 $\pm$ 5,3	27,8 $\pm$ 10,5	40,0 $\pm$ 11,0
	χ^2	9,7010 ⁺⁺		2,5621		2,1047		0,6285	11,8835 ⁺⁺

Tabelle 5.2 Fortsetzung

Gesamtkollektive		20 - 39 Jahre		40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		über 60 Jahre	
		Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I
n_t	147	138		87	61	25	31	18	20
n	13	12		5	4	4	0	0	5
$n_{\%}$	8,8 $\pm$ 2,2	8,7 $\pm$ 2,2		5,7 $\pm$ 2,4	6,6 $\pm$ 3,2	16,0 $\pm$ 7,3	0,0	0,0	25,0 $\pm$ 9,6
χ^2		0,0017		0,0410		5,3432 $^{++}$		5,1843 $^{++}$	
								1,0848	
n_t	147	138		87	61	25	31	18	20
n	3	1		1	0	1	0	0	1
$n_{\%}$	2,0 $\pm$ 1,0	0,7 $\pm$ 0		1,1 $\pm$ 1,0	0	4,0 $\pm$ 3,9	0	0	5,0 $\pm$ 4,8
χ^2		0,8930		0,7116		1,2662		0,9244	
								1,9555	
n_t	147	138		87	61	25	31	18	20
n	20	18		10	5	6	5	0	6
$n_{\%}$	13,6 $\pm$ 2,6	13,0 $\pm$ 2,8		11,5 $\pm$ 3,3	8,2 $\pm$ 3,5	24,0 $\pm$ 8,5	16,1 $\pm$ 6,6	0	30,0 $\pm$ 10,2
χ^2		0,0191		0,4281		0,5430		6,4155 $^{++}$	
								2,1476	

Tabelle 5.3 Fortsetzung

Gesamtkollektive		20 - 39 Jahre		40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		60 Jahre	
		Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I
Broncho- pulmonale Schübe	n_t	147	138	87	61	25	31	18	17
	n	15	12	6	4	5	4	1	3
	$n\%$	10,2±2,4	8,7±2,2	6,9±2,9	6,6±3,2	20,0±8,0	12,9±6,0	5,5±5,3	15,0±7,9
	χ^2	0,1887		0,0063		0,5165		0,8971	2,5501
Verletzungen des Brustkorbs	n_t	147	138	87	61	25	31	18	17
	n	16	17	7	5	3	3	5	4
	$n\%$	10,9±2,4	12,3±2,6	8,0±2,8	8,2±3,5	12,0±6,5	9,7±5,3	27,8±10,5	20,0±8,9
	χ^2	0,1430		0,0009		0,0778		0,3169	1,5256
Herzkrank- heiten	n_t	147	138	87	61	25	31	18	17
	n	16	16	7	7	2	2	4	4
	$n\%$	10,9±2,4	11,8±2,5	8,0±2,8	4,9±2,6	8,0±5,4	9,5±4,4	22,2±9,7	20,0±8,9
	χ^2	0,1558		0,5571		0,0498		0,0297	0,0384

Tabelle 5.4 Fortsetzung

61

Gesamtkollektive		20 - 39 Jahre		40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		über 60 Jahre	
		Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I
Erhöhter Blutdruck	n_t	147	138	87	61	25	31	18	20
	n	21	19	7	6	2	0	6	6
	$n\%$	14, $\pm$ 2,8	13,8 $\pm$ 2,8	8,0 $\pm$ 2,8	9,8 $\pm$ 3,7	8,0 $\pm$ 5,4	0	33,3 $\pm$ 11,1	30,0 $\pm$ 10,2
	χ^2		0,0156		0,1432		2,5726		0,0485
Bronchitis	n_t	147	138	87	61	25	31	18	20
	n	24	20	12	6	2	1	4	5
	$n\%$	16, $\pm$ 3,0	14,5 $\pm$ 2,8	13,8 $\pm$ 3,6	9,8 $\pm$ 3,7	8,0 $\pm$ 5,4	3,2 $\pm$ 3,0	22,2 $\pm$ 9,7	25,0 $\pm$ 9,6
	χ^2		0,1832		0,5255		3,4815 ⁺		0,0401
Pneumonie	n_t	147	138	87	61	25	31	18	20
	n	20	20	11	4	3	5	2	2
	$n\%$	13,6 $\pm$ 2,6	14,5 $\pm$ 2,8	12,6 $\pm$ 3,5	6,6 $\pm$ 3,2	12,0 $\pm$ 6,5	16,1 $\pm$ 6,6	11,1 $\pm$ 7,3	10,0 $\pm$ 6,7
	χ^2		0,0463		1,4588		0,1926		0,0122
									0,5987

Tabelle 5.5 Fortsetzung

Gesamtkollektive		20 - 39 Jahre		40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		über 60 Jahre	
		Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I
Pleuritis	n_t	147	138	87	61	25	31	18	20
	n	10	8	5	3	2	1	0	1
	$n\%$	6,8 $\pm$ 2,0	5,8 $\pm$ 1,7	5,7 $\pm$ 2,4	4,8 $\pm$ 2,6	8,0 $\pm$ 5,4	3,2 $\pm$ 3,0	0	5,0 $\pm$ 4,8
	χ^2	0,1216		0,0481		0,6228		0,9244	0,3192
Lungen- tuber- kulose	n_t	147	138	87	61	25	31	18	20
	n	5	1	1	0	2	0	0	0
	$n\%$	3,4 $\pm$ 1,4	0,7 $\pm$ 0,0	1,1 $\pm$ 0,3	0,0	8,0 $\pm$ 5,4	0,0	0,0	0,0
	χ^2	2,4804		0,7116		2,5726		0,0000	0,9937

Tabelle 6.0 Mittelwerte und Standardabweichung, ferner die Testgröße t des Alters, der Arbeitsdauer und der Staubbelastrungsdauer von 186 Probanden ohne und 138 Probanden mit Staubbelastrung vor und nach Aufteilung in einzelne Altersklassen.

Untersuchungs- gröÙe	Gesamtkollektive		unter 20 Jahre		20 - 39 Jahre		40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		über 60 Jahre	
	n	Staub 0	n	Staub 0	n	Staub 0	n	Staub 0	n	Staub 0	n	Staub 0
Alter (Jahre)												
$\bar{x}$	186	138	39		87	61	25	31	18	20	17	26
s	34,1	44,2	17,4		29,0	31,9	43,1	44,3	54,5	55,5	63,6	64,2
t	14,8	13,3	1,2		5,7	5,2	2,3	2,9	2,1	2,6	3,1	3,0
		6,3240 ⁺⁺				3,1546 ⁺⁺		1,7102		1,2013		0,5043
Arbeits- dauer (Jahre)												
$\bar{x}$	186	138	39		87	61	25	31	18	20	17	26
s	16,7	25,1	2,8		13,3	15,9	25,0	25,2	31,8	33,2	38,1	40,1
t	12,3	12,0	1,1		5,7	5,4	5,0	4,9	7,1	9,7	9,4	10,5
		6,0346 ⁺⁺				2,8298 ⁺		0,1512		0,4195		0,6395
Dauer der Staube- lastung (Jahre)												
$\bar{x}$	186	138	39		87	61	25	31	18	20	17	26
s	0	15,5	0		0	10,6	0	14,6	0	18,8	0	23,5
	0	11,3	0		0	5,8	0	8,1	0	11,7	0	13,6

Tabelle 7.1 Absolute und relative Häufigkeiten einiger elektrokardiographischer und röntgenologischer Befunde von 147 Probanden ohne und 138 Probanden mit Staubbelastung vor und nach Aufteilung in einzelne Altersklassen. Die Altersklasse "unter 20 Jahre" bleibt in dieser Tabelle unberücksichtigt.

		Gesamtkollektive				20 - 39 Jahre				40 - 49 Jahre				50 - 59 Jahre				über 60 Jahre	
		Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I		
ECG	n_t	147	138	87	61	25	31	18	20	17	26	17	26	17	26	17	26		
	n	19	18	6	6	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	$n\%$	12,9 $\pm$ 2,8	13,0 $\pm$ 2,8	6,9 $\pm$ 2,7	9,8 $\pm$ 3,8	20,0 $\pm$ 8,0	12,9 $\pm$ 6,0	22,2 $\pm$ 9,8	20,0 $\pm$ 8,9	23,5 $\pm$ 10,3	15,4 $\pm$ 7,1	23,5 $\pm$ 10,3	15,4 $\pm$ 7,1	23,5 $\pm$ 10,3	15,4 $\pm$ 7,1	23,5 $\pm$ 10,3	15,4 $\pm$ 7,1		
	χ^2	0,0133		0,4160		0,5165		0,0279		0,4501		0,0279		0,4501		0,4501			
Röntgen	n_t	147	138	87	61	25	31	18	20	17	26	17	26	17	26	17	26		
	n	8	9	3	3	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
	$n\%$	5,4 $\pm$ 1,9	6,5 $\pm$ 2,1	3,4 $\pm$ 1,9	4,9 $\pm$ 2,8	8,0 $\pm$ 5,4	3,2 $\pm$ 3,1	11,1 $\pm$ 7,4	15,0 $\pm$ 7,9	5,9 $\pm$ 5,7	7,7 $\pm$ 5,2	11,1 $\pm$ 7,4	15,0 $\pm$ 7,9	5,9 $\pm$ 5,7	7,7 $\pm$ 5,2	11,1 $\pm$ 7,4	15,0 $\pm$ 7,9		
	χ^2	0,1478		0,1990		0,6228		0,1252		0,0517		0,1252		0,0517		0,0517			
Verbreiterung der Intercoasträume	n_t	147	138	87	61	25	31	18	20	17	26	17	26	17	26	17	26		
	n	8	12	2	2	0	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
	$n\%$	5,4 $\pm$ 1,9	8,7 $\pm$ 2,4	2,3 $\pm$ 1,6	3,3 $\pm$ 2,3	0,0	3,2 $\pm$ 3,1	11,1 $\pm$ 7,4	15,0 $\pm$ 7,9	5,9 $\pm$ 5,7	7,7 $\pm$ 5,2	11,1 $\pm$ 7,4	15,0 $\pm$ 7,9	5,9 $\pm$ 5,7	7,7 $\pm$ 5,2	11,1 $\pm$ 7,4	15,0 $\pm$ 7,9		
	χ^2	1,1556		0,1309		0,8233		0,1252		0,0517		0,1252		0,0517		0,0517			

Tabelle 7.2 Fortsetzung

	Gesamtkollektive		20 - 39 Jahre		40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		über 60 Jahre	
	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I
Vermehrt diffuse Lungen- zeichnung	n_t 147 12 $n\%$ 8,2±2,3 χ^2 6,946o++	138 22 15,1±3,2 2,4317	87 6 6,9±2,7 2,4317	61 9 14,8±4,5	25 3 12,0±6,5 0,5242	31 2 6,4±4,4	18 1 5,5±5,4 6,2191++	20 8 40,0±11,0	17 2 11,8±7,8 0,0004	26 3 11,5±6,5
Lungen- schatten und -herde	n_t 147 8 $n\%$ 5,4±1,9 χ^2 2,2121	138 14 10,1±1,6	87 1 1,1±1,0 4,5826+	61 5 8,2±3,5	25 6 24,0±8,5 3,4815	31 2 6,5±4,4	18 1 5,5±5,3 1,3696	20 3 15,0±8,0	17 0 0,0	26 4 15,4±7,1 6,7464++
diffus vermehrte Strahlen- transparenz	n_t 147 14 $n\%$ 9,5±2,4 χ^2 0,4787	138 10 7,2±2,2	87 3 3,4±1,9 0,4464	61 1 1,6±1,6	25 1 4,0±3,9 0,1642	31 2 6,5±4,4	18 6 33,3±11,1 1,7618	20 3 15,0±8,0	17 4 23,5±10,5 0,4501	26 4 15,4±7,1

Tabelle 7.3 Fortsetzung

Gesamtkollektive		20 - 39 Jahre		40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		über 60 Jahre	
		Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I
n_t	147	138		25	31	18	20	17	26
Zwerchfell- n	6	9		0	1	0	1	1	2
hochstand	4,1+1,6	5,8+2,0		0,0	3,2+3,2	0,0	5,0+4,8	5,9+5,7	7,7+5,2
χ^2	0,4484		0,8131	0,8233		0,9244		0,0517	
n_t	147	138		25	31	18	20	17	26
Zwerchfell- n	14	13		0	3	6	3	5	4
tiefstand	9,5+2,4	9,4+2,5		0,0	9,7+5,3	33,3+11,1	15,0+8,0	29,4+11,0	15,4+7,1
χ^2	0,0007		0,1990	2,5592		1,7618		1,2219	
n_t	147	138		25	31	18	20	17	26
Pneumo- n	0	3		0	0	0	0	0	2
koniosen	0,0	2,2+2,2		0,0	1,6+1,6	0,0	0,0	0,0	7,7+5,2
χ^2	3,2579		1,4476	0,0000		0,0000		1,2708	

Tabelle 8.1 Mittelwerte und Standardabweichung, ferner Testgröße t des Alters, biometrischer Größen, sowie verschiedener statischer und dynamischer Lungenfunktionsparameter und arterieller Blutgaswerte von 186 Probanden ohne und 138 Probanden mit Staubb Belastung vor und nach Aufteilung in einzelne Altersklassen.

Untersuchungs- größe	Gesamtkollektive		unter 20 Jahre		20 - 39 Jahre		40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		über 60 Jahre	
	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I
Alter (Jahre)	n 186	138	39	87	61	25	31	18	20	17	26	
	$\bar{x}$ 34,1	44,2	17,4	29,0	31,9	43,1	44,3	54,5	55,5	63,6	64,2	
	s 14,8	13,3	1,2	5,7	5,2	2,3	2,9	2,1	2,6	3,1	3,0	
	t 6,3240 ⁺⁺			3,1546 ⁺⁺		1,7102		1,2013		0,5643		
Größe (cm)	n 186	138	39	87	61	25	31	18	20	17	26	
	$\bar{x}$ 173,1	171,1	174,5	174,4	172,7	172,0	171,3	169,1	169,4	169,2	167,8	
	s 12,5	25,0	6,6	6,6	6,1	7,4	5,6	5,9	5,6	5,7	5,8	
	t 0,0441			1,5346		0,3830		0,1507		0,7613		
Gewicht (kg)	n 186	138	39	87	61	25	31	18	20	17	26	
	$\bar{x}$ 78,3	77,6	65,9	78,5	78,1	80,2	76,6	70,3	75,8	74,2	74,0	
	s 48,0	11,5	9,0	11,9	13,2	12,4	11,9	8,1	8,7	11,9	13,3	
	t 0,1201			0,3419		0,4608		1,9596		0,0575		

Tabelle 8.2 Fortsetzung

Untersuchungs- größe	Gesamtkollektive Staub 0 Staub I	unter 20 Jahre Staub 0	20 - 39 Jahre Staub 0 Staub I	40 - 49 Jahre Staub 0 Staub I	50 - 59 Jahre Staub 0 Staub I	über 60 Jahre Staub 0 Staub I
n	186	39	87	25	18	17
Atembreite (insp.-exp.)	7,0	8,6	7,2	6,0	5,4	5,2
(cm)	2,5	2,5	2,3	1,7	1,8	2,4
t	2,3620 ⁺⁺		0,3866	0,2590	0,6984	0,7473
n	186	39	87	25	18	17
systol.	142,2	127,9	141,6	141,1	143,6	166,8
Blutdruck (mm Hg)	20,2	12,1	17,7	17,6	13,7	28,2
t	3,0474 ⁺⁺		0,1938	0,3178	2,8196 ⁺⁺	1,3950
n	186	39	87	25	18	17
diastol.	90,5	85,9	91,7	90,6	91,1	93,8
Blutdruck (mm Hg)	11,7	6,7	13,0	10,9	8,7	15,6
t	2,2176 ⁺		0,7484	1,0563	0,8217	0,5665

Tabelle 8.3 Fortsetzung

Untersuchungs- größe	Gesamtkollektive		unter 20 Jahre		20 - 39 Jahre		40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		über 60 Jahre	
	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I
VK	n 186	137	39		87	61	25	31	18	20	17	25
Istwert	$\bar{x}$ 4,66	4,24	4,78		5,00	4,63	4,40	4,37	4,17	3,88	3,59	3,39
(1)	s 0,86	0,79	0,73		0,76	0,66	0,87	0,51	0,46	0,33	0,50	0,41
	t 4,4709 ⁺⁺				3,0825 ⁺⁺		0,2194		1,5721		0,9102	
VK	n 186	137	39		87	61	25	31	18	20	17	25
Sollwert	$\bar{x}$ 4,04	3,91	4,19		4,20	4,15	4,00	3,91	3,56	3,65	3,40	3,56
(1)	s 0,63	0,48	0,33		0,40	0,37	0,48	0,46	0,45	0,33	0,50	0,41
	t 2,0055 ⁺				0,6968		0,6680		0,6622		0,4063	
Atemstoß	n 186	136	39		87	61	25	31	18	20	17	24
(%)	$\bar{x}$ 76,2	74,7	84,8		80,0	78,6	74,8	74,8	70,5	71,8	66,2	65,1
	s 10,8	9,5	7,8		9,6	6,3	10,2	5,3	7,8	9,6	10,2	12,3
	t 2,7312 ⁺				1,0031		0,0304		0,4500		0,2921	

Tabelle B.4 Fortsetzung

Untersuchungs- größe	Gesamtkollektive Staub 0	Staub I	unter 20 Jahre Staub 0	20 - 39 Jahre Staub 0	Staub I	40 - 49 Jahre Staub 0	Staub I	50 - 59 Jahre Staub 0	Staub I	über 60 Jahre Staub 0	Staub I
n	179	135	37	83	60	25	31	18	19	16	26
$\bar{x}$	3,11	2,96	3,12	3,07	2,85	3,11	2,98	3,10	3,27	3,15	2,90
s	0,71	0,72	0,59	0,62	0,71	0,83	0,66	0,67	0,72	0,67	0,77
t		1,8896			1,8222		0,5787		0,4009		0,6036
n	183	138	39	87	60	25	31	18	20	16	20
$\bar{x}$	1,30	1,03	1,59	1,37	1,20	1,16	1,08	1,05	0,90	0,85	0,71
s	0,56	0,40	0,35	0,44	0,37	0,42	0,36	0,42	0,35	0,33	0,30
t		4,8035 ⁺⁺			2,4533 ⁺		0,7946		1,1799		0,1297
n	181	135	38	84	60	25	31	18	20	16	26
$\bar{x}$	1,76	1,87	1,50	1,70	1,56	1,79	1,80	2,00	2,40	2,24	2,17
s	0,57	0,67	0,33	0,50	0,45	0,52	0,45	0,50	0,67	0,61	0,71
t		1,5659			1,7117		0,0708		1,3594		0,3338

Tabelle 8.5 Fortsetzung

Untersuchungs- größe	Gesamtkollektive Staub 0	Staub I	unter 20 Jahre Staub 0	20 - 39 Jahre Staub 0	40 - 49 Jahre Staub 0	50 - 59 Jahre Staub 0	über 60 Jahre Staub 0	Staub I
n	182	135	38	84	25	18	17	26
$\bar{x}$	1,16	1,23	1,05	1,12	1,26	1,23	1,37	1,38
s	0,16	0,21	0,09	0,15	0,19	0,14	0,18	0,19
t	3,2554 ⁺⁺		0,6728	0,4504	1,6388	0,2320		
n	180	136	37	83	25	18	17	26
$\bar{x}$	6,37	6,11	6,22	6,63	6,21	6,23	5,82	5,69
s	0,98	0,88	0,87	0,88	1,25	0,77	0,92	1,00
t	2,4873 ⁺		2,7736 ⁺⁺	0,1466	0,0597	0,4254		
n	184	137	37	87	25	18	17	26
$\bar{x}$	5,21	5,09	5,55	5,55	5,18	4,61	4,70	4,55
s	0,95	0,64	0,49	0,55	0,64	0,40	0,90	0,50
t	1,3903		0,5708	0,2274	1,5554	0,6813		

Tabelle 8.6 Fortsetzung

Untersuchungs- größe	Gesamtkollektive		unter 20 Jahre		20 - 39 Jahre		40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		über 60 Jahre	
	n	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	
RV in %	180	135		37	60	25	31	18	19	17	26	
der Ist-TK (%)	$\bar{x}$	28,0	30,0	24,0	25,1	30,1	29,0	32,4	38,1	37,9	39,4	
	s	8,1	9,8	4,0	6,2	7,8	5,3	4,4	10,9	6,8	7,8	
	t	2,0023 ⁺			0,6242		0,6521		1,9709		0,6729	
TGV _e	n	185	135	37	61	25	31	18	19	17	24	
(1)	$\bar{x}$	4,23	4,21	4,03	3,75	4,16	4,28	4,67	4,47	4,70	4,76	
	s	0,91	0,97	0,83	0,71	0,99	0,92	1,08	1,08	0,85	0,72	
	t	0,2392			3,0213 ⁺⁺		0,5474		0,5602		0,2127	
R _t	n	186	138	39	61	25	31	18	20	17	26	
(cm H ₂ O/l/sec)s	$\bar{x}$	1,3	1,5	1,3	1,0	1,4	1,0	1,4	2,0	2,2	2,6	
	s	0,9	1,3	0,6	0,5	1,2	1,0	1,0	1,5	1,2	2,0	
	t	0,9574			1,2918		1,2140		1,8089		0,6729	

Tabelle 8.7 Fortsetzung

Untersuchungs- größe	Gesamtkollektive Staub 0 Staub I	unter 20 Jahre Staub 0	20 - 39 Jahre Staub 0 Staub I	40 - 49 Jahre Staub 0 Staub I	50 - 59 Jahre Staub 0 Staub I	über 60 Jahre Staub 0 Staub I					
n	186	138	39	87	61	25	31	18	20	17	26
$\bar{x}$	1,7	1,8	1,6	1,5	1,5	1,9	1,2	1,9	2,4	2,3	2,6
(cm H ₂ O/l/sec)s	1,0	0,3	0,8	0,8	0,8	1,7	1,0	1,2	1,4	0,8	1,4
t	1,1636			0,1863		1,7217		1,1200		0,7021	

n	186	138	39	87	61	25	31	18	20	17	26
$\bar{x}$	2,1	2,3	2,0	1,9	1,8	2,1	2,0	2,0	2,8	3,3	3,4
(cm H ₂ O/l/sec)s	1,2	2,0	0,8	0,8	1,2	1,7	1,0	1,4	1,4	2,0	2,9
t	1,0474			0,3803		0,2050		1,2508		0,3492	

n	186	138	39	87	61	25	31	18	20	17	26
$\bar{x}$	1,3	1,3	1,1	1,4	1,6	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	1,3
s	0,9	1,1	0,6	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	0,4	1,0
t	0,7049			1,1719		0,6931		0,7953		1,3497	

alveoläre Druckdiffe- renz bei Strömungs- null (cm H ₂ O)	n	186	138	39	87	61	25	31	18	20	17	26
	$\bar{x}$	1,3	1,3	1,1	1,4	1,6	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	1,3
	s	0,9	1,1	0,6	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	0,4	1,0
	t	0,7049			1,1719		0,6931		0,7953		1,3497	

Tabelle 8.8 Fortsetzung

Untersuchungs- größe	Gesamtkollektive		unter 20 Jahre		20 - 39 Jahre		40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		über 60 Jahre	
	n	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I
P aO ₂	186	137	39	87	60	25	31	18	20	17	26	
vor Belastung	87,9	83,8	93,0	90,2	89,8	84,1	84,8	81,9	82,1	76,6	73,0	
s (torr)	7,0	10,7	6,2	4,8	4,0	6,8	5,8	4,8	7,3	6,8	8,4	
t		4,2173++			0,5254		0,5311		0,5559		1,3754	
P aO ₂	172	115	37	85	59	23	28	13	16	14	12	
nach	83,0	81,3	86,7	85,4	84,9	79,4	79,0	74,6	79,0	72,9	72,3	
Belastung	7,9	7,9	4,8	6,2	6,2	6,8	5,8	6,8	7,3	9,0	9,6	
s (torr)	1,8588			0,4204			0,2443		1,5638		0,1570	
P aCO ₂	186	137	39	87	60	25	31	18	20	17	26	
vor Belastung	39,4	39,6	39,2	39,6	39,9	39,8	39,6	40,1	40,1	40,3	40,6	
s (torr)	2,7	3,2	0,3	0,6	0,5	0,6	0,8	0,6	0,5	0,6	0,6	
t		0,3625		0,7027			0,5962		0,0602		1,5428	

Tabelle 8.9 Fortsetzung

Untersuchungs- größe	Gesamtkollektive		unter 20 Jahre		20 - 39 Jahre		40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		über 60 Jahre	
	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I
P_{aCO_2}	n 172	115	37		85	59	23	28	13	16	14	12
nach	$\bar{x}$ 40,8	40,7	41,0		40,6	40,5	40,7	40,6	41,4	41,0	41,4	41,4
Belastung	s 1,0	0,9	0,8		1,0	0,8	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8
(torr)	t 1,1190				0,7144		0,3411		0,3444		0,1571	

Tabelle 9.0 Mittelwerte und Standardabweichungen ferner die Testgröße t von den Ist/Sollwertquotienten der Vitalkapazität und des Residualvolumens in einzelnen Altersklassen.

		20 - 39 Jahre		40 - 49 Jahre		50 - 59 Jahre		über 60 Jahre	
		Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I	Staub 0	Staub I
Vitalkapazität (1)	n	87	61	25	31	18	20	17	25
	$\bar{x}$	1,18	1,09	1,06	1,13	1,16	1,05	1,09	0,99
	s	0,19	0,2	0,29	0,18	0,17	0,35	0,21	0,21
	t	2,6918**		0,6037		1,2139		1,6048	
Residualvolumen (1)	n	84	60	25	31	18	20	16	25
	$\bar{x}$	1,53	1,38	1,48	1,44	1,59	1,83	1,67	1,70
	s	0,46	0,38	0,47	0,40	0,57	0,72	0,43	0,61
	t	2,1002*		0,3495		1,0953		0,1598.	

Tabelle 10.1 Mittelwerte und Standardabweichungen, sowie Testgrößen t oder F des Alters, biometrischer Größen, statischer und dynamischer Lungenfunktionsparameter und arterieller Blutgaswerte der Alterskollektive "unter 40 Jahre" und "über 40 Jahre" mit Probanden ohne Staubbelastung und solchen mit unterschiedlicher Staubbelastungsdauer. Weniger als 20 Jahre alte Männer blieben unberücksichtigt. Die Mittelwerte der Staubbelastungen wurden über den Student-t-Test mit den entsprechenden Unbelastetenwert verglichen. Soweit sich Signifikanz ergaben, wurden diese varianzanalytisch überprüft.

Untersuchungsgröße	Kollektiv unter 40 Jahre				Kollektiv über 40 Jahre				
	ohne Staubbelastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.	ohne Staubbelastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.	
Alter (Jahre)	n	87	27	28	6	60	20	23	33
	$\bar{x}$	29,0	30,0	32,7	37,0	52,3	51,6	53,1	55,7
	s	5,7	5,6	4,1	1,5	8,9	7,8	9,9	8,7
	t		0,7675	3,123 ⁺⁺	3,3719 ⁺⁺		0,3458		1,7529
	F		0,8172	3,1373	3,5062				
Mittlere Staubbelastungsdauer (Jahre)	n	87	27	28	6	60	20	23	33
	$\bar{x}$	--	5,2	13,4	21,5	--	5,0	14,3	29,4
	s	--	2,5	2,7	1,5	--	2,5	3,0	8,2
Größe (cm)	n	87	27	28	6	60	20	23	33
	$\bar{x}$	174,4	173,5	172,7	169,7	170,3	168,1	169,8	170,7
	s	6,6	5,7	6,7	4,1	6,7	5,2	6,2	5,6
	t		0,6382	1,1393	1,6953		1,3815	0,3122	0,2853

Tabelle 10.2 Fortsetzung

Unter- suchungs- größe	Kollektiv unter 40 Jahre				Kollektiv über 40 Jahre			
	ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.	ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.
Gewicht (kg)	n	87	27	6	60	20	23	33
	$\bar{x}$	78,8	77,7	87,5	75,6	74,1	73,6	79,5
	s	11,9	10,6	12,4	11,9	13,2	10,9	11,1
	t		0,4441	0,5017	1,7002	0,4491	0,6839	1,5680
Atembreite- differenz insp.-exp. (cm)	n	87	27	6	60	20	23	33
	$\bar{x}$	7,3	7,3	6,7	5,6	6,3	5,5	5,3
	s	2,3	3,2	2,8	2,0	2,1	2,0	1,0
	t		0,1573	0,9011	1,1742	1,3265	0,2494	0,8216
systol. Blutdruck (mm Hg)	n	87	27	6	60	20	23	33
	$\bar{x}$	141,6	139,8	140,0	149,3	154,3	151,5	152,5
	s	17,7	13,6	9,6	23,1	17,6	23,1	21,3
	t		0,4711	0,3587	0,2125	0,8624	0,3823	0,6447

Tabelle 10.3 Fortsetzung

Unter- suchungs- größe	Kollektiv unter 40 Jahre					Kollektiv über 40 Jahre				
	ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.		ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.	
diastol. Blutdruck (mm Hg)	n	87	27	28	6	60	20	23	33	
	$\bar{x}$	91,7	91,3	95,0	94,2	91,7	95,5	90,7	93,1	
	s	13,0	10,3	9,0	5,3	12,0	10,8	8,8	8,7	
	t		0,1445	1,2266	0,4498		1,2383	0,3664	0,5943	
VK Istwert (1)	n	87	27	28	6	60	20	22	33	
	$\bar{x}$	4,97	4,60	4,71	4,14	4,09	4,12	3,96	3,79	
	s	0,74	0,66	0,67	0,62	0,77	0,63	0,67	0,80	
	t		2,2753 ⁺	1,5645	2,6465 ⁺		0,1131	0,6984	1,7848	
	F		2,2753	1,5645	2,6885					
VK Sollwert (1)	n	87	27	28	6	60	20	22	33	
	$\bar{x}$	4,20	4,09	4,17	4,27	3,69	3,61	3,64	3,78	
	s	0,39	0,34	0,36	0,43	0,55	0,50	0,41	0,45	
	t		1,2504	0,3871	0,4315		0,5824	0,3616	0,7563	

Tabelle 10.4 Fortsetzung

Unter- suchungs- größe	Kollektiv unter 40 Jahre				Kollektiv über 40 Jahre			
	ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.	ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.
Atemstoß (%)	n	87	27	28	6	60	20	33
	$\bar{x}$	80,0	78,6	79,3	75,3	71,1	74,6	68,4
	s	9,6	6,4	5,7	7,1	10,2	8,7	11,7
	t		0,7558	0,3703	1,1664	1,4025	0,5551	1,1422
FRK (1)	n	83	26	28	6	59	20	33
	$\bar{x}$	3,07	2,87	2,94	2,59	3,17	2,82	3,17
	s	0,63	0,63	0,78	0,66	0,87	0,45	0,87
	t		1,3931	0,7831	1,7713	1,5372	0,9908	0,0046
ERV Istwert (1)	n	87	27	28	6	59	19	33
	$\bar{x}$	1,37	1,26	1,16	0,99	0,99	0,92	0,88
	s	0,44	0,41	0,38	0,21	0,45	0,37	0,38
	t		1,2118	2,3142 ⁺	2,1198 ⁺	0,6301	0,3470	1,1238
	F		1,2400	2,3267	2,1531			

Tabelle 10.5 Fortsetzung

Unter- suchungs- größe	Kollektiv unter 40 Jahre					Kollektiv über 40 Jahre				
	ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.		ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.	
RV	n	84	25	28	6	59	20	22	33	
Istwert	$\bar{x}$	1,70	1,59	1,55	1,55	2,03	2,00	2,02	2,23	
(1)	s	0,51	0,45	0,42	0,72	0,63	0,55	0,49	0,89	
	t		0,8915	1,4142	0,6539		0,2275	0,1280	0,1416	
RV	n	84	25	28	6	60	20	22	33	
Sollwert	$\bar{x}$	1,12	1,11	1,17	1,20	1,28	1,28	1,28	1,34	
(1)	s	0,16	0,13	0,17	0,26	0,17	0,21	0,18	0,17	
	t		0,3585	1,2448	1,0038		0,0481	0,1568	1,7452	
TK	n	83	25	28	6	60	20	22	33	
Istwert	$\bar{x}$	6,63	6,23	6,36	5,72	6,10	6,15	5,94	5,93	
(1)	s	0,89	0,97	0,82	0,68	1,05	0,80	0,68	1,00	
	t		1,9266	1,4055	2,3965 ⁺		0,1656	0,5568	0,7844	
	F		1,9491	1,4055	2,3965					

Tabelle 10.6 Fortsetzung

Unter- suchungs- größe	Kollektiv unter 40 Jahre				Kollektiv über 40 Jahre			
	ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.	ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.
TK	n	83	25	28	6	60	22	33
Sollwert	$\bar{x}$	5,55	5,62	5,51	5,54	4,89	4,81	4,95
(1)	s	0,55	0,56	0,48	0,60	0,75	0,54	0,54
	t		0,5991	0,3045	0,0331	0,3622	0,4829	0,3941
RV in % der Ist-TK	n	83	25	28	6	60	22	33
(%)	$\bar{x}$	25,8	25,1	24,6	27,0	33,0	33,9	36,8
	s	6,1	4,8	5,2	11,6	7,7	8,2	10,9
	t		0,5215	0,7643	0,4290	0,1374	0,4843	1,9253
TV ₆	n	86	27	28	6	60	22	33
(1)	$\bar{x}$	4,16	3,88	3,67	3,55	4,48	4,31	4,80
	s	0,84	0,74	0,72	0,28	0,99	0,90	0,98
	t		1,4867	1,7184	1,7498	0,8579	0,7042	1,0925

Tabelle 10.7 Fortsetzung

Unter- suchungs- größe	Kollektiv unter 40 Jahre				Kollektiv über 40 Jahre			
	ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.	ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.
R_t	n	27	28	6	60	20	23	33
(cm H ₂ O/l/sec.)s	$\bar{x}$	1,1	0,9	1,1	1,6	1,1	1,6	2,3
	s	0,7	0,4	0,3	1,2	0,8	1,1	2,1
	t	0,2546	1,7535	0,1200		1,7367	0,0000	2,0509
R_{t1}	n	27	28	6	60	20	23	33
(cm H ₂ O/l/sec)	$\bar{x}$	1,6	1,3	1,5	2,0	1,3	1,9	2,5
	s	0,8	0,8	0,3	1,3	0,9	1,3	1,7
	t	0,5100	0,6089	0,1107		1,8405	0,3140	1,5893
R_{te}	n	27	28	6	60	20	23	33
(cm H ₂ O/l/sec)	$\bar{x}$	1,9	1,7	1,7	2,5	1,8	2,2	3,2
	s	1,0	1,3	0,4	1,7	1,0	1,4	3,1
	t	0,0789	0,9475	0,4458		1,5916	0,6233	1,3972

Tabelle 10.8 Fortsetzung

Unter- suchungs- größe	Kollektiv unter 40 Jahre				Kollektiv über 40 Jahre				
	ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.	ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.	Staub üb. 20 Jah.
alveoläre Druckdiffe- renz bei Strömungsnull (cm H ₂ O)	n 87	27	28	6	60	20	23	33	33
	$\bar{x}$ 1,4	1,6	1,4	1,8	1,2	1,1	1,1	1,3	1,3
	s 0,9	1,1	1,3	1,1	1,0	0,8	0,9	1,0	1,0
	t 1,1285	0,9181	0,1623	1,1285	0,7694	0,6047	0,6047	0,2346	0,2346
P _{aO₂} vor Belastung (torr)	n 87	27	28	6	60	20	23	33	33
	$\bar{x}$ 90,2	90,1	89,7	89,2	81,3	82,5	78,2	80,1	80,1
	s 4,8	4,0	4,3	3,8	6,5	6,9	8,1	9,5	9,5
	t 0,1062	0,1062	0,5216	0,5178	0,7317	1,7682	1,7682	0,8947	0,8947
P _{aO₂} nach Belastung (torr)	n 85	25	26	6	50	17	15	23	23
	$\bar{x}$ 85,4	85,8	84,1	85,3	76,4	76,4	74,7	80,0	80,0
	s 6,3	6,1	6,4	7,1	8,0	9,1	7,1	6,0	6,0
	t 0,2795	0,2795	0,9256	0,0261	0,0000	0,7398	0,7398	1,9222	1,9222

Tabelle 10.9 Fortsetzung

Unter- suchungs- größe	Kollektiv unter 40 Jahre				Kollektiv über 40 Jahre			
	ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.	ohne Staub- belastung	Staub 1-9 Jah.	Staub 10-19 Jah.	Staub üb. 20 Jah.
P_{aCO_2}	n 87	27	28	6	60	20	23	33
vor	$\bar{x}$ 39,6	39,4	39,6	39,8	40,0	39,9	40,3	40,1
Belastung	s 0,6	0,5	0,5	0,4	0,6	0,8	0,8	0,7
(torr)	t 1,6350	1,6350	0,433	0,8670	0,9276	0,9276	1,5216	0,4890
P_{aCO_2}	n 85	25	26	6	50	17	15	23
nach	$\bar{x}$ 40,6	40,5	40,5	40,3	41,0	40,7	41,4	40,7
Belastung	s 1,0	0,9	0,8	0,7	1,0	1,0	1,0	0,7
(torr)	t 0,4736	0,4736	0,4926	0,6498	1,0677	1,0677	1,3491	1,1076

Tabelle 11.0 Pearson-Bravais'sche Korrelationskoeffizienten der Einflußfaktoren Alter, Staubbelastungsdauer und Rauchdauer mit biometrischen Größen, Lungenfunktionsparametern und Blutgaswerten.

	Alter	Staubbelastungs- dauer	Rauchdauer
Alter	(1,0000)	0,4945	0,8666
Staubbelastung	0,4945	(1,0000)	-----
Rauchdauer	0,8666	-----	(1,0000)
Größe	0,0109°	-----	-----
Gewicht	0,0670°	-----	-----
Atembreite insp.-exp.	-0,4226	-0,1831°	-0,2908
VK	-0,4813	-0,3369	-0,4426
Atemstoß	-0,5774	-0,4523	-0,4871
ERV	-0,2617	-0,2097°	-0,4138
RV	0,4307	0,3142	0,4652
TK	-0,1496°	-0,0882°	-0,0794°
RV 1. % d.Ist-TK	0,5889	0,3819	0,5881
R _t	0,3118	0,3845	0,2715
P _{aO₂} vor Belastung	-0,7396	-0,2954	-0,5915
P _{aO₂} nach Belastung	-0,5790	-0,0607°	-0,4266
P _{aCO₂} vor Belastung	0,5587	0,3647	0,5021
P _{aCO₂} nach Belastung	0,1747°	0,0810°	0,1401°

° Der Wert des Korrelationskoeffizienten liegt unter dem Zufallshöchstwert bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,05, d.h. der Korrelationskoeffizient weicht nicht signifikant von 0 ab.

Tabelle 12.0 Partielle Korrelationskoeffizienten zwischen einigen Lungenfunktionsparametern und den variablen Einflußfaktoren Alter und Staubbelastung.

Indices:

x = Lungenfunktionsparameter

y = Alter in Jahren

z = Staubbelastungsdauer in Jahren

Bei den partiellen Korrelationskoeffizienten $r_{xy.z}$ und $r_{xz.y}$ wurde die Korrelation für das Indexpaar vor dem Punkt (Primärzeiger) berechnet, während der Index nach dem Punkt (Sekundärzeiger) konstant gehalten wurde.

x	$r_{xy.z}$	$r_{xz.y}$
Atembreite	0,3386	0,0327°
VK	-0,3846	-0,1298°
Atemstoß	-0,4563	-0,2350°
ERV	-0,1922°	-0,0927°
RV	0,3337	0,1291°
TK	-0,1224°	-0,0166°
RV 1. % d. Ist-TK	0,4980	0,1291°
R_t	0,1594°	0,2758
P_{aO_2} vor Belastung	-0,7148	0,1201°
P_{aO_2} nach Belastung	-0,6328	0,3183
P_{aCO_2} vor Belastung	0,4675	0,1227°
P_{aCO_2} nach Belastung	0,1554°	-0,0061°

° Der Wert des Korrelationskoeffizienten liegt unter dem Zufallshöchstwert bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,05, d.h. der Korrelationskoeffizient weicht nicht signifikant von 0 ab.

Tabelle 13.0 Partielle Korrelationskoeffizienten zwischen einigen Lungenfunktionsparametern und den variablen Einflußfaktoren Alter und Rauchdauer.

Indices:

x = Lungenfunktionsparameter

y = Alter in Jahren

v = Rauchdauer in Jahren

Bei den partiellen Korrelationskoeffizienten $r_{xy.v}$ und $r_{xv.y}$ wurde die Korrelation für die Größen der Indices des Primärzeigers berechnet, während die Variable des Index des Sekundärzeigers konstant gehalten wurde.

x	$r_{xy.v}$	$r_{xv.y}$
Atembreite	-0,3573	0,1667°
VK	-0,2185°	-0,0585°
Atemstoß	-0,3563	0,0324°
ERV	0,2014°	-0,3794
RV	0,0624°	0,2043°
TK	-0,1624°	0,1017°
RV i. % d. Ist-TK	0,1964°	0,1929°
R_t	0,1723°	-0,0084°
P_{aO_2} vor Belastung	-0,5045	0,1471°
P_{aO_2} nach Belastung	-0,4639	0,1845°
P_{aCO_2} vor Belastung	0,2863	0,0434°
P_{aCO_2} nach Belastung	0,1078°	-0,0227°

Der Wert des Korrelationskoeffizienten liegt unter dem Zufallshöchstwert bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,05, d.h. der Korrelationskoeffizient weicht nicht signifikant von 0 ab.

LITERATURVERZEICHNIS

- 1 AUERBACH, O., E.C. HAMMOND, L. GARFINKEL : 115. Jahrestag. d. Amer.med. Ass., Chicago, 26.-30.6.1966
- 2 BECKENKAMP, H.W., W. HARDECK : Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß von Hitze, inertem Staub und anderen potentiellen Noxen auf die Atemleistung von Arbeitern. Int. Arch. Gewerbepath. und Gewerbehyg. 23 (1967), 175-196
- 3 BECKMANN, H., J. KANN, D. SZADKOWSKI : Das Verhalten der arteriellen Blutgase und der Wasserstoffionenkonzentration unter verschiedenen Ventilationsbedingungen. Med. Welt 7 (1966), 2232-2238
- 4 CARSTENS, M., O. BRINKMANN, H.J. LANGE, A. MEISTERERNST, H. SCHLICHT : Die statischen Lungenfunktionswerte von Bergleuten des Ruhrgebietes. Arch. Gewerbepath. und Gewerbehyg. 16 (1958), 459
- 5 CAVALLI-SFORZA, L. : Grundbegriffe der Biometrie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1964
- 6 CLAUSS, EBNER : Grundlagen der Statistik. Volk und Wissen VEB, Berlin, 1967
- 7 DEANE, M. : Epidemiology of Chronic Bronchitis and Emphysema in the United States. Med.thorac. 22 (1965), 24-37
- 8 DOCUMENTA GEIGY : Wissenschaftliche Tabellen. I.R. Geigy A. G., Pharmazeutische Abteilung, 6. Auflage
- 9 ENTERLINE, PH.E., W.S. LAINHART : The Relationship between Coalmining and Chronic Nonspecific Respiratory Disease. Amer. J. public Health 57 (1967), 484
- 10 FIBIR, F., G. KAUFMANN : Berufskrankheiten in der keramischen und Glasindustrie. 15 (1963), 61

- 11 FLETCHER, C.M.: The problem of observer variation in medical diagnosis with special references to dust disease. J. clin.invest. 35 (1956), 327
- 12 FRUHMANN, G. : Ergebnisse cardio-respiratorischer Funktionsanalysen im Hinblick auf Voralterung und Aufbrauch. Arbeitsmed.Sozialmed. Arbeitshyg. 3 (1967), 101-107
- 13 GIESE, W. : Alterslunge und Altersemphysem. Med. Welt 50 (1959), 2447-2454
- 14 GOLDSMITH, R. : Epidemiology of Bronchitis and Emphysema. Med.thorac. 22 (1965), 1-23
- 15 GREVE, L.H., B.F. WISSER, J.P.M. de KROON, P.E. JOOSTING, KHARTOGENSIS, U.J. JONG : Ventilatorische Verteilungsstörungen in Beziehung zur Staubbelastung. In: Reploh und Klosterkötter: Fortschritte der Staublungenforschung. Berichte über die 4. intern. Staublungentagung vom 3.-5.4.1962, Münster (Westf.), (1963), 335-339
- 16 HASELOFF, O.W. : Kleines Lehrbuch der Statistik. Walter de Gryter Verlag, Berlin, 1966
- 17 HERZOG, H. : Neue Aspekte der chronischen Bronchitis. Dtsch. Med. Wschr. 85 (1960), 2269-2275
- 18 HERTZ, C. W. : Zur Begutachtung von Lungenfunktionsstörungen durch den Arbeitsversuch. Dtsch.Med.Wschr. 90 (1965), 461
- 19 KANN, J., H. VALENTIN : Berufskrankheiten in der keramischen und Glasindustrie 9 (1961)
- 20 KINKEL, H. : Die Häufigkeit der chronischen Bronchitis in der Rentenversicherung. Dtsch.Med. Wschr. 88 (1963), 1991-1999

- 21 KNIPPING, H.W., H. VALENTIN, H. VENRATH, W. BOLT : Untersuchung und Beurteilung des Herzkranken. F. Enke Verlag, Stuttgart, 1960
- 22 KÜCHMEISTER, H., H. BARTELHEIMER, A. JORES : Klinische Funktionsdiagnostik. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1967
- 23 KÜHNE, W. : Staubinhalation, Lungenemphysem, Staublungen-erkrankung. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, (1965), 170
- 24 LANGE, H.J., F.H. HERTLE : Zum Problem der Normalwerte. Unveröffentlicht
- 25 LANGE, H.J. : Erkennung beruflicher Faktoren bei Entstehung meßbarer Funktionsminderung mit Hilfe der partiellen Korrelationsrechnung. Int.Arch.Gewerbepath. Gewerbehyg. 20 (1963), 72-76
- 26 LANGE, H.J. : Über Korrelationen zwischen den Residualvolumina einerseits und den statischen bzw. dynamischen Lungenfunktionsgrößen andererseits bei pulmonal geschädigten Bergleuten. Dtsch.Arch.klin.Med. 206 (1960), 261-280
- 27 LANGE, H.J. : Korrelationen zwischen spirometrischen Funktionswerten bei Bergleuten, Arbeitern und Angestellten. Dtsch. Arch.klin.Med. 208 (1962), 179-192
- 28 LOEW, P.G., G. THEWS : Die Altersabhängigkeit des arteriellen Sauerstoffdrucks bei der berufstätigen Bevölkerung. Klin.Wschr. 40 (1962), 1093-1098
- 29 LÜCHTRATH, H., K.G. SCHMIDT: Über Talkum und Steatit, ihre Beziehungen zum Asbest sowie ihre Wirkung beim intratrachealen Tierversuch an Ratten. Beiträge zur Silikoseforschung 61 (1959)
- 30 MARX, H. H. : Lungenemphysem und Bronchitis. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1963

- 31 MELLEROWICZ, H., H. REINDELL, W. HOLLMANN, H. MIES,
H. ROSKAMP : Vorschläge zur Standardisierung der ergo-
metrischen Leistung. Zeitschr. f. Kreislaufforsch. 50
(1961), 273-281
- 32 MYUSERS, K., F. SIEHOFF, G. WORTH, L. GASTHAUS : Neuere
Ergebnisse atemphysiologischer Untersuchungen von Kohlen-
bergarbeitern unter Berücksichtigung von Silikose, Bron-
chitis und Emphysem. Int. Arch.Gewerbepath. Gewerbehyg.
19 (1962) 589-612
- 33 MYUSERS, K., F. SIEHOFF, G. WORTH, W. HOLLMANN, H. MIES,
H. ROSKAMP : Die Lungenfunktion bei der Bronchitis un-
ter Berücksichtigung beruflich bedingter Exposition ge-
genüber Luftverunreinigungen. Med.thorac. 28 (1966),
265-282
- 34 MYUSERS, K. : Einfluß der Expositionszeit auf die Lungen-
funktion. Beitrag z. Silikoseforschung, Sonderband: Grund-
fragen der Silikoseforschung. 6 (1965), 407
- 35 OSTLE, B. : Statistics on Research. 2nd Edition, Jowa
University Press 1966, Ames Iowa USA
- 36 OTTO, H. : Zur Problematik des berufsbedingten chronischen
respiratorischen Syndroms. Arbeitsmed.Sozialmed. Arbeits-
hyg. 4 (1967), 144-146
- 37 OTTO, H. : Alter und Verschleißkrankheiten und ihre Be-
ziehung zum Emphysem. "Vorzeitiger Aufbrauch im Erwerbs-
leben" Prof. Dr.med. H. Valentin und Dr.med. R. Berens-
mann (1967)
- 38 OTTO, H. : Die verschiedenen Formen des Lungenemphysems.
Berufskrankheiten in der keramischen und Glasindustrie
19 (1966)
- 39 REICH, TH. : Idee und Praxis der medizinischen Statistik.

Hans Huber Verlag, Bern-Stuttgart, 1964

- 40 REICHEL, G., W. BIBERICH, F. BREIDENBACH, A. FELDMANN, K. REESCHUCH : Die Lungenfunktion von staubbelasteten Bergarbeitern. In Reploh-Klosterkötter : Fortschritte der Staublungenforschung. Internationale Staublungen-tagung vom 3.-5.4.1966, Münster (Westf.) (1963), 301-313
- 41 SCHMIDT, O.P., W. GÜNTNER, H. BOTKE : Das bronchitische Syndrom. I.F. Lehmanns Verlag, München, 1967
- 42 SORBINI, C.A., V. GRASSI, E. SOLINAS, G. MUIESAN : Arterial Oxygen Tension in Relation to Age in Healthy Subjects. Respiration 25 (1968), 3-13
- 43 STROBEL, M., O. GSELL : Mortalität in Beziehung zum Tabakrauchen. Helv.Med.Act. 32 (1965), 547-582
- 44 THEWS, G., : Ein Mikroanalyseverfahren zur Bestimmung der Sauerstoffdrucke in kleinen Blutproben: Pflüger's Arch. ges. Physiol. 89 (1962), 276
- 45 ULMER, W.T., E. REIF : Epidemiologische Untersuchungen zur klinischen Bedeutung des chronischen obstruktiven Lungenemphysems. Beitr.klin.Tuberkulose 133 (1966), 180
- 46 ULMER, W.T., G. REICHEL, G. ROESKE, A. FELDMANN, H.G. HEIDEMANN, K.H. LÖBERMANN, B. PETERSEN, H. GEISLER : Klinische und funktionsanalytische Untersuchungen bei Bergleuten mit und ohne Silikose im Vergleich zu nichtstaubexponierten Arbeitern. Int.Arch.Gewerbepath.Gewerbehyg. 23 (1967), 32-48
- 47 ULMER, W.T., G. REICHEL : Untersuchungen über die Altersabhängigkeit der alveolären und arteriellen Sauerstoff- und Kohlendrucke. Klin. Wschr. 41 (1963), 1
- 48 VALENTIN, H., J. KANN : Berufskrankheiten in der keramischen und Glasindustrie. 7 (1960)

- 49 VALENTIN, H., H.J. WOITOWITZ : Chronische Bronchitis und Lungenemphysem als arbeitsmedizinisches Problem. Internist 5 (1967), 166-172
- 50 VALENTIN, H. : Die Bedeutung des Cor pulmonale für die Arbeits- und Sozialmedizin. Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin 1966. J.F. Bermannverlag, München
- 51 VALENTIN, H., D. SZADKOWSKI, H.J. WOITOWITZ : Chronische Bronchitis und Staubbelastung am Arbeitsplatz aus klinischer und funktionsanalytischer Sicht. Arbeitsmed.Sozialmed.Arbeitshyg. 4 (1967), 125-129
- 52 VALENTIN, H., G. LEHNERT : Chronische Bronchitis und Lungenemphysem, Staubbelastung am Arbeitsplatz und Pneumokoniosen. Münch.Med.Wschr. 44 (1966), 2220-2226
- 53 VALENTIN, H., G. LEHNERT, H.J. WOITOWITZ : Über den Gebrauch im Erwerbsleben und die Bedeutung der Funktionsprüfungen von Herz, Kreislauf und Lungen. Arbeitsmed. Sozialmed.Arbeitshyg. 3 (1967), 81-85
- 54 VALENTIN, H., H. VENRATH, E. SPORK : Hat die chronische Staubbelastung einen Einfluß auf die Lungenfunktion? Wien. Z.inn. Med. 9 (1960), 332
- 55 VALENTIN, H. : 1. Colloquium der Bad Reichenhaller Forschungsanstalt für Krankheiten der Atmungsorgane. 22.6.1968 Bad Reichenhall
- 56 WITTGENS, H. : Emphysembronchitis und Klima. Ärztl. Dienst der DB 718 (1966), 107-108
- 57 WOITOWITZ, H.J., F.W. BUCHHEIM, R. WOITOWITZ : Zur Theorie und Praxis der Ganzkörperplethysmographie in der Lungenfunktionsanalyse. Prax.d. Pneumologie 8 (1967), 449-471
- 58 WOITOWITZ, H.J., R. WOITOWITZ : Die Ganzkörperplethysmo-

graphie und die Berechnung ihrer Meßgrößen. Elektromedizin (1968) (Im Druck)

- 59 WOITOWITZ, H.J., R. WOITOWITZ : Ganzkörperplethysmographische Lungenfunktionsanalyse beim chronischen bronchitischen Syndrom. Med.Klin (1968) (Im Druck)
- 60 WOTOWITZ, H.J., D. SZADKOWSKI, G. LEHNERT : Feldstudie zum Normverhalten der arteriellen Blutgase und des pH berufstätiger Männer und Frauen vor und während dosierter Belastung im Hinblick auf die Begutachtung. Internationales Arch. f. Kreislaufforschung (1968) (Im Druck)
- 61 WOITOWITZ, H.J., F.W. BUCHHEIM : Zur Bestimmung des Atemwegswiderstandes mit dem Ganzkörperplethysmographen. Elektromedica, 2, 42-44, 1968
- 62 WORTH, G., K. MYUSERS : Die Lungenfunktion in Abhängigkeit von Lebensalter und Beruf. Arbeitsmed.Sozialmed.Arbeits-hyg. 3 (1967), 97-101
- 63 WORTH, G., : Klinische Diagnostik durch anorganische Stäube. Dtsch.Med.Wschr. 93 (1968), 259
- 64 WORTH, G. : Die Staublunge des Kohlenbergarbeiters. Dtsch. Med.Wschr. 85 (1960), 221
- 65 WORTH, G., H. VALENTIN, L. GASTHAUS, N. HOFFMANN, H. VENTH : Bewirkt die Staubinhalation bei Bergarbeitern eine akute respiratorische Insuffizienz. Arch.Gewerbepath. Gewerbehyg. 14 (1955), 37-57
- 66 WORTH, G. : Beruf und Bronchitis. Med.thorac 24 (1967) 63-73
- 67 WEBER, E. : Grundriss der biologischen Statistik. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1967

- 68 ZEILHOFER, R. : Die Mechanik der Atmung bei Adipositas.
Arbeitsmed.Sozialmed.Arbeitshyg. 3 (1967), 111-118

Lebenslauf

Als Sohn des Steuerberaters Erwin Schieker und seiner Ehefrau Waltraude geb. Merk, wurde ich am 14. Mai 1942 in Stuttgart-Bad Cannstatt geboren.

Von 1948 bis 1952 besuchte ich die Volksschule in Bad Cannstatt und anschließend das Johannes-Kepler Gymnasium in Bad Cannstatt. 1961 wechselte ich in die Jugenddorf-Christophorus-Schule in Altensteig/Schwarzwald über. Dort bestand ich 1963 das Abitur.

Im Sommersemester 1963 begann ich das Medizinstudium an der Friedrich Alexander Universität Erlangen-Nürnberg. Am 13. August 1965 legte ich dort die ärztliche Vorprüfung ab.

1967 heiratete ich die Kinderkrankenschwester Margot Eggerer. 1968 wurde unsere Tochter Claudia geboren.

Am 4. Februar 1969 habe ich die ärztliche Prüfung an der Universität Erlangen bestanden.

Am 1. April werde ich meine Tätigkeit als Medizinalassistent auf der chirurgischen Abteilung des Kreiskrankenhauses in Böblingen beginnen.

